BIBLJOTEKA BIOLOGICZNA
POD REDAKCJĄ PROF. DR. J. WILCZYŃSKIEGO
№ 3

JAN BOWKIEWICZ

ŻYCIE WÓD SŁODKICH

Z 109 RYSUNKAMI



NAKŁAD GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA — KRAKÓW — LUBLIN — ŁÓDŹ
PARYŻ — POZNAŃ — WILNO — ZAKOPANE

W naszej literaturze pedagogicznej i popularno naukowej znajdujemy bardzo niewiele dzieł, poświęconych poszczególnym zagadnieniom z zakresu przyrody ożywionej. Wypełnienie tej luki jest głównem zadaniem niniejszej „Bibljoteki".

Tomiki jej, mające wychodzić w dowolnych odstępach czasu i stanowiące każdy zamkniętą w sobie całość, będą dotyczyły:

1) poszczególnych, najbardziej pospolitych i typowych zwierząt lub roślin, ich anatomji, fizjologji i biologji;
2) zespołów biologicznych;
3) poszczególnych zjawisk i teoryj biologicznych w ujęciu referatowem, krytycznem lub historycznem.

W ten sposób pojęta „Bibljoteka" jest przeznaczona przedewszystkiem dla nauczycieli szkół średnich i powszechnych, dla studentów przyrodników i medyków, dla uczniów starszych klas gimnazjalnych, a wreszcie dla tych wszystkich z pośród wykształconej inteligencji, którzy pragnęliby swą wiedzę przyrodniczą pogłębić ugruntować lub rozwinąć.

W związku z tem, nie obniżając w niczem poziomu naukowego co do treści, zwrócono szczególną uwagę na przystępność i przejrzystość formy, oraz na dobór i obfitość — w granicach dzisiejszych możliwości — rycin i tablic.

Przekonani, że większe zainteresowanie naukami przyrodniczemi, dotychczas w kraju naszym upośledzonemi, jest niezbędne również dla prawidłowego ukształtowania naszego charakteru narodowego, chcemy wierzyć, że „Bibljoteka Biologiczna" będzie stanowiła poważny czynnik w wychowaniu młodego pokolenia, wywierając przez to wpływ korzystny i na inne dziedziny naszego życia.

REDAKTOR.

Adres redakcji: Wilno, Zakretowa 15.

ŻYCIE WÓD SŁODKICH

BIBLJOTEKA BIOLOGICZNA
POD REDAKCJĄ PROF. DR. J. WILCZYŃSKIEGO
№ 3

JAN BOWKIEWICZ

ŻYCIE WÓD SŁODKICH

Z 109 RYSUNKAMI



NAKŁAD GEBETHNERA I WOLFFA
WARSZAWA — KRAKÓW — LUBLIN — ŁÓDŹ
PARYŻ — POZNAŃ — WILNO — ZAKOPANE



Skład Główny:
„The Polish Book Importing Co., Inc.“—New-York.

Zakł. Druk. F. Wyszyński i S-ka, Warecka 15.
1927

SPIS RZECZY.

CZĘŚĆ I.

Ekologiczny przegląd zbiorników słodkowodnych.

CZĘŚĆ II.

Systematyczny przegląd organizmów słodkowodnych.

WSTĘP.

Prawie $^3/_4$ powierzchni ziemi pokrywa woda. Z nich 95% przypada na wody słone i zaledwie 5% na wody słodkie.

Nauka o życiu wód nazywa się hydrobiologją; dział hydrobiologji, traktujący o życiu wód słodkich, stanowi limnobiologję.

W limnobiologji, jak i wogóle w hydrobiologji, mamy do czynienia z jednej strony ze zbiornikami wody, z drugiej — z zamieszkującemi je organizmami. Każdy zbiornik traktujemy, jako środowisko, w którem mogą żyć jedynie tylko odpowiednio przystosowane organizmy.

Wody słodkie, jako środowisko, można podzielić na dwie zasadnicze grupy: na wody stojące i na wody bieżące.

Do wód stojących zaliczamy jeziora, stawy, okresowo wysychające zbiorniki etc.

Wśród wód bieżących wyróżniamy źródła, potoki i rzeki.

Warunki życia w każdym rodzaju zbiorników wody są odmienne, jak również flora i fauna. Badając jakiś

zbiornik, dążymy ku temu, ażeby poznać go, jako środowisko, przedewszystkiem pod względem fizyczno-chemicznym; równolegle zaznajamiamy się z jego florą i fauną.

Jak organizmy zależą od środowiska, tak również środowisko może się zmieniać pod wpływem zamieszkujących je organizmów. Limnobiologja w ostatecznym celu zmierza do poznania tej obustronnej zależności.

Środowisko, żyjące w niem organizmy oraz zależność pomiędzy organizmami i środowiskiem — oto jest treść limnobiologji.

CZĘŚĆ I.
EKOLOGICZNY PRZEGLĄD ZBIORNIKÓW SŁODKOWODNYCH.

ROZDZIAŁ I.
JEZIORO.

A. FIZYCZNE I CHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI JEZIORA.

Definicja jeziora.

Przez nazwę „jezioro" rozumiemy naturalny śródlądowy zbiornik wody stojącej, o tyle głęboki, że na dnie jego, wskutek braku światła, nie rozwijają się krzewiące się rośliny zielone.

Różne zbiorniki, utworzone przez człowieka, jak np. sadzawki, stawy rzeczne, stawy rybne i t. p., nie mogą być uważane za jeziora, albowiem są to zbiorniki sztuczne, jezioro zaś jest zawsze pochodzenia naturalnego. Mówimy o jeziorze, jako o zbiorniku śródlądowym, w tym celu, ażeby podkreślić, że jezioro nigdy bezpośrednio nie łączy się z morzem; wobec tego żadna z zatok morskich, chociażby połączona z morzem tylko wąską cieśniną, również nie może być uważana za jezioro. Jezioro, jako zbiornik wody stojącej, różni się od rzek tem, iż rzeki posiadają wodę bieżącą. Stałą i bardzo ważną cechą jeziora jest brak krzewiących się roślin zielonych na dnie, co pozwala nam wyróżnić jezioro od

tak zwanych stawów naturalnych, które czasem mogą być bardzo rozległe, lecz zawsze są płytkie i na całej swej przestrzeni posiadają dno, porośnięte przez rośliny zielone.

Ogólne wiadomości o jeziorach w Polsce.

Ogólna ilość jezior w Polsce, według obliczeń W. Pola, wynosi 5673. Największa ilość jezior przypada na północną część Polski, na pojezierza kaszubskie, mazurskie i litewskie. Na obszarze wielkich dolin (Nizina wielkopolska i mazowiecka, Polesie) znajdujemy znacznie mniej jezior, i same jeziora są już nie tak rozległe i głębokie, jak w części północnej. Najmniej przypada jezior na południową część Polski.

Ogółem powierzchnia jezior polskich wynosi 200.000 ha. Największe w Polsce jest jezioro Narocz (na pojezierzu litewskiem), którego powierzchnia wynosi 8050 ha. Najgłębsze jest jezioro Hańcza, położone na pojezierzu mazurskiem, w północno-zachodniej Suwalszczyźnie; narazie znaleziono tam 100 m głębokości.

Poniżej załączony jest spis największych jezior w Polsce (według S. Lencewicza):

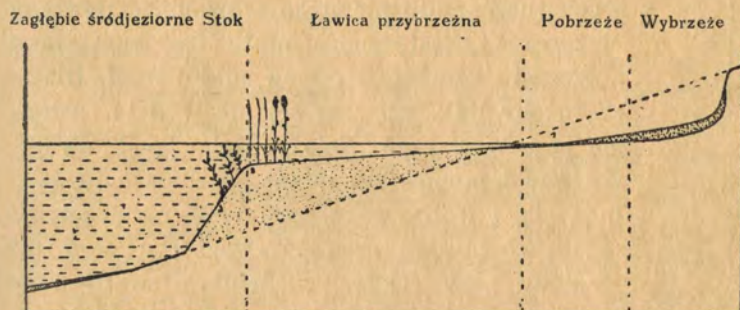
Narocz . . .	80,5	km²	Pulmo . . .	16,2	km²
Snudy+Strusto	63,5	„	Bohiń	14,7	„
Dryświaty . .	44,7	„	Żarnowieckie .	14,7	„
Drywiaty . .	37,8	„	Wdzydze . .	14,2	„
Świteź Poleska	28,4	„	Przebrodzie .	13,8	„
Wyganowickie			Charzykowskie	13,7	„
(Święcickie) .	26	„	Sporowskie .	13,5	„
Dzisna . . .	24	„	Tur	13	„
Gopło . . .	23,4	„	Miastro . . .	13	„
Świr	22,5	„	Rycza	13	„
Wigry . . .	21,3	„	Powidzkie . .	12	„
Miadzioł . . .	17	„	Wiszniewskie .	10,3	„
Czarne (pow. kos-			Bobrowickie .	10,2	„
sowski) . . .	17	„			

Budowa jeziora.

Zagłębienie, wypełnione przez wodę jakiegoś jeziora, nazywamy misą jeziorną; przyległy pas wynurzonego nad wodą lądu określamy jako wybrzeże.

W misie jeziornej (rys. 1) można wyróżnić dwie główne części: 1) środkową płaszczyznę mniej lub więcej poziomą — zagłębie śródjeziorne oraz 2) krawędzi o charakterze pochyłym, t. zw. stoki misy.

Część przejściowa pomiędzy stokami misy, które stale znajdują się pod powierzchnią wody, oraz wybrzeżem, stale wynurzonem nad wodą, nazywa się pobrzeżem.



Rys. 1. Profil okolicy brzegowej jeziora. (Według Lityńskiego)

Gdy fale uderzają o pobrzeże, wówczas spłókują one cząstki piaszczyste i ziemiste, i woda unosi je od pobrzeża ku głębszym miejscom. Cięższe cząstki piaszczyste opadają wkrótce na dno niedaleko od brzegu, i z biegiem czasu górny pas stoków misy zostaje pokryty przez cząstki, porwane z pobrzeża; w ten sposób stopniowo wyrasta ławica przybrzeżna o prawie poziomej górnej powierzchni i stromo spadających ku głębinom stokach.

Lżejsze cząstki ziemiste, porwane również przez fale z pobrzeża, woda unosi jeszcze dalej na środek jeziora, gdzie razem ze szczątkami umarłych roślin i zwierząt powolnie opadają one na dno, tworząc muł jeziorny. W miarę tego, jak nagromadza się muł jeziorny, stopniowo znikają na dnie nierówności, zagłębie śródjeziorne staje się coraz gładsze, i jezioro z biegiem czasu zatraca pierwotną głębokość.

Mierzenie głębokości (sondowanie). Do mierzenia głębokości używa się plecionej linki z uwiązanym ciężarkiem (rys. 2) ołowianym, wagi około 3 kilogramów. Linka powinna być poznaczona w odstępach metrowych tuszem lub nićmi kolorowemi. Ołowiany ciężarek w ostateczności może być zastąpiony zwykłym kamieniem odpowiedniej wagi. Dlatego, ażeby linka zbytnio się nie wikłała, zaleca się ją nawoskować. Należy wziąć pod uwagę, że linki konopne lub lniane po zmoczeniu ściągają się, i wobec tego porobione na nich znaki trzeba co pewien czas sprawdzać; z tego też względu przy ścisłych badaniach są używane linki stalowe. Opuszcza się linkę ręką lub zapomocą kołowrotu.



Rys. 2. Ołowianka (zmn.) (z Waglera)

Bardzo dogodne są dla badań głębokości t. zw. sondy puharowe, wyobrażone na rys. 10. Zapomocą sondy puharowej jednocześnie z pomiarem głębokości otrzymujemy jeszcze próbkę mułu jeziornego.

Pomiary, wykonane w zimie w przeręblach, są ściślejsze, aniżeli wykonane w lecie z łodzi.

Poniżej przytaczamy maksymalną głębokość niektórych naszych jezior;

Hańcza (Suwalszczyzna) . . . . 100 m
Czarny nad Morskiem Okiem (Tatry) . . . 84 „

Świteź Poleska	79	m (?)
Wigry (Suwalszczyzna)	60,5	„
Morskie Oko (Tatry)	53,5	„
Czarny pod Kościelcem (Tatry)	50,4	„
Krzyżaki (Wileńszczyzna)	39	„
Wąbrzeskie (Pomorze)	29,2	„
Kaliszany (Poznańskie)	27	„
Dryświaty (Wileńszczyzna)	23,4	„
Chodeckie (Kujawy)	20,5	„
Drywiaty (Wileńszczyzna)	18	„
Żarnowieckie (Pomorze)	16,5	„
Świteź Nowogródzka	15	„

Barwa wody.

Woda może posiadać różne odcienie kolorów: błękitnego, zielonego, żółtego i brunatnego.

Barwa błękitna jest właściwa dla wody chemicznie czystej lub zawierającej bardzo nieznaczną ilość domieszek chemicznych. Gdybyśmy mieli sposobność oglądać warstwę wody destylowanej, miąższości około 5 metrów, wówczas właśnie obserwowalibyśmy ładny niebieski kolor czystej wody. Duże jeziora alpejskie, jak Genewskie i Garda, posiadają wodę barwy błękitnej. W Polsce do takich jezior należy Czarny Staw nad Morskiem Okiem w Tatrach.

W miarę tego, jak woda jeziorna zanieczyszcza się przez związki humusowe, powstające przy rozkładzie organizmów, pierwotna barwa błękitna stopniowo nabiera odcienia zielonego. Wiele naszych jezior posiada wodę barwy zielonej, jak np. Wigry w Suwalszczyźnie, Krzyżaki pod Wilnem i inne.

Przy jeszcze większem zanieczyszczeniu przez związki humusowe woda poczyna nabierać odcienia brunatnego, jaki w wybitnym już stopniu napotykamy w torfowiskach. Jeziora krajów skandynawskich oraz Szkocji są przeważnie barwy brunatnej.

Aczkolwiek barwa wody w jeziorze przeważnie zależy od ilości rozpuszczonych w niej związków humusowych, jednak i inne domieszki, jak związki wapniowe i żelaza, wywierają również wpływ pod tym względem.

Właściwą barwę, która, jak widzimy, zależy od związków chemicznych, rozpuszczonych w wodzie, całkowicie może zmienić masowy rozwój mikroskopowych zwierząt i roślin, żyjących w jeziorze; omawiamy to szczegółowiej w rozdziale o „zakwitach“.

Metoda badania barwy wody.

Barwę wody jeziornej będziemy porównywali z barwą trzynastu płynów, sporządzonych według następującego przepisu.

Należy sporządzić dwa roztwory:

1) 0,5 g siarczanu miedzi + 5 cm³ amonjaku + 95 cm³ wody destylowanej (otrzymamy roztwór barwy błękitnej).
2) 0,5 g obojętnego chromianu potasowego + 100 cm³ wody destylowanej (otrzymamy roztwór barwy żółtej).

Następnie dwa otrzymane roztwory—błękitny i żółty— należy zmieszać w trzynastu odmiennych proporcjach według poniższej tabliczki.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
błękitny . .	100	98	95	91	86	80	73	65	56	46	35	23	10
żółty	0	2	5	9	14	20	27	35	44	54	65	77	90

(według Steuera).

Trzynaście mieszanin o barwach od błękitnej (I) do żółtej (XIII) należy, każdą zosobna, odfiltrować przez bibułę oraz przelać na stałe do tyluż flaszek albo rurek,

o średnicy około 8 mm i wysokości około 15 cm. Pozostaje tylko ponumerować flaszki liczbami rzymskiemi, oznaczając płyn o barwie skrajnie granatowej cyfrą I, inne zaś w kolejności odcieni aż do żółtego, który oznaczamy liczbą XIII.

W ten sposób otrzymamy t. zw. skalę Forela, czyli ksantometr.

Przy porównywaniu barwy wody jeziornej ze skalą Forela patrzymy pionowo do wody, wychylając się z łodzi. Ażeby przytem nie przeszkadzał nam blask promieni słonecznych, należy skorzystać z cienia, jaki pada na wodę od łodzi oraz od nas samych; zaleca się nawet używanie w tym celu parasola. Jeżeli powierzchnia wody wskutek falowania jest nierówna, co utrudnia uchwycenie jej barwy właściwej, wówczas posługujemy się jeszcze zwykłem szkłem, oprawionem w drewnianą ramę, kładąc ją wprost na wodę; wówczas przyglądamy się barwie wody przez szkło, które pływa na powierzchni dzięki drewnianej ramie.

Oprócz cyfry płynu, któremu odpowiada barwa wody, notujemy jeszcze, w jakim punkcie jeziora oraz w jakim dniu, miesiącu i roku dokonaliśmy obserwacji. Chodzi o to, że barwa wody w jeziorze może być różna, zależnie od miejsca; w zatokach woda jest zwykle bardziej żółta, niż w częściach otwartych. Podobnież i w ciągu roku barwa wody w jeziorze ulega okresowym zmianom.

Przezroczystość wody i metoda jej badania.

Jak z barwy wody można sądzić o ilości rozpuszczonych w niej związków humusowych, tak z przezroczystości wody w jeziorze będziemy wnioskowali o stopniu zanieczyszczenia jej przez cząstki stałe. Zrozumiałą jest rzeczą, że, im więcej będziemy mieli zawieszonych w wodzie cząstek stałych, — czy to w postaci cząstek ziemistych, porwanych przez

fale z brzegu, albo szczątków, które trafiły z wodą rzek uchodzących do jeziora, czy to w postaci kurzu lub pyłku kwiatowego, osiadłych z powietrza, czy wreszcie w postaci mikroskopowych zwierząt i roślin, zamieszkujących wodę, — tem mniejsza będzie przezroczystość wody w jeziorze i odwrotnie.



Rys.3. Krążek Secchi'ego (Oryg.)

Do pomiarów przezroczystości wody używamy krążka, o średnicy 20 cm, z grubej blachy ocynkowanej, pomalowanego trzykrotnie białą farbą emaljową lub białym lakierem. Krążek taki, zwany — według imienia wynalazcy — krążkiem Secchi'ego (rys. 3), powinien być połączony zapomocą trzech równych sznurków z pierścieniem, do którego przywiązujemy linkę, podzieloną na metry. Na dolnej stronie krążka, pośrodku jest przytwierdzony karabinek, na którym przed zanurzeniem krążka do wody zaczepia się ciężarek.

Chcąc zmierzyć przezroczystość wody w jeziorze, opuszczamy krążek Secchi'ego z poprzednio uczepionym ciężarkiem do wody i notujemy, na jakiej głębokości znika on z oczu; potem zanurzamy go jeszcze na jakiś metr głębiej (naturalnie teraz krążek będzie niewidoczny) i następnie poczynamy powolnie wyciągać linkę zpowrotem; notujemy drugi raz głębokość, na jakiej krążek podczas wyciąga-

nia staje się znów widoczny. Średnia arytmetyczna z tych dwóch pomiarów da nam stopień przezroczystości wody, wyrażony w metrach.

Należy sobie uświadomić, że przy widzeniu krążka, zanurzonego w wodzie, promień świetlny przebywa podwójną drogę: przechodzi on przez warstwę wody od powierzchni aż do krążka, odbija się od krążka wstecz, przebywa całą drogę zpowrotem i teraz dopiero trafia do oka.

Granica widzenia w wodzie.

Właściwie więc głębokość, na której krążek znika z oczu, stanowi granicę naszego widzenia w wodzie. Rzeczywista zaś przezroczystość wody jest conajmniej dwa razy większa. W praktyce jednak o przezroczystości wody sądzimy według granicy widzenia.

Największą granicę widzenia obserwowano w jeziorze Bajkalskiem (40,6 m) w Syberji i w jeziorze Tahoe (33 m) w Kalifornji. Przeciwnie, gdy woda w jeziorze jest bardzo mętna, krążek Secchi'ego może zniknąć z oczu już na głębokości 30 cm.

Naogół istnieje pewien związek między barwą wody a granicą widzenia. Mianowicie: im więcej barwa wody zbliża się do odcienia błękitnego, tem większa jest granica widzenia, a więc i przezroczystość wody; przeciwnie, im więcej barwa wody staje się brunatna, tem węższa robi się granica widzenia. W jeziorach Genewskiem i Garda, które, jak już mówiliśmy, posiadają barwę błękitną, i wogóle w jeziorach alpejskich, granica widzenia sięga do 22 m. U nas w Polsce przeważają jeziora o barwie zielonej, i granica widzenia jest znacznie niższa: w jeziorze Wigry, przy barwie Nr. IX według skali Forela, granica widzenia wynosi 11,5 m.; w jeziorze Krzyżaki, przy barwie Nr. IX, granica widzenia sięga za-

ledwie 5,5 m., zato w Czarnym Stawie nad Morskiem Okiem w Tatrach, przy niebieskiej barwie wody Nr. II, granica widzenia sięga 17,5 m.

Podobnie, jak barwa wody, zmienia się granica widzenia w tem samem jeziorze zależnie od miejsca i od pór roku; z tego względu przy oznaczeniu granicy widzenia w jakiemś jeziorze należy ściśle podać, w jakim punkcie jeziora dokonano obserwacji oraz datę. Zwykle wpobliżu dopływów i w zatokach woda jest mętniejsza, i granica widzenia mniejsza, niż w otwartem jeziorze. Drobne organizmy, rozwijające się masowo w okresach letnich, powodują zmętnienie wody, i wskutek tego granica widzenia w lecie zwykle bywa mniejsza, niż w zimie. Pożądane jest przy badaniu jezior ustalić największą i najmniejszą granicę widzenia, jakie spotykamy w ciągu roku przy dokonywaniu pomiarów w miesięcznych odstępach

Temperatura wody.

Mierząc temperaturę wody w lecie na różnych głębokościach jeziora, zobaczymy, że na samej powierzchni woda jest najcieplejsza; im głębiej będziemy opuszczali termometr, tem woda będzie zimniejsza; na dnie zaś spotykamy w głębszych jeziorach temperaturę około + 4° C. Jeżeli w tem samem miejscu dokonamy pomiarów temperatury w zimie, to stwierdzimy, że rozkład temperatury wody będzie odwrotny: na powierzchni pod lodem znajdziemy wodę zimniejszą (około 0° C.), na dnie zaś cieplejszą (znów około + 4° C.)

W ten sposób przekonamy się, że na dnie jeziora temperatura wody w przeciągu roku jest prawie stała i zbliżona do + 4°C.; ogrzewa się, względnie oziębia woda jedynie tylko w warstwach górnych.

Ażeby zrozumieć, czemu na dnie głębszych jezior stale panuje temperatura, zbliżona do + 4°C., należy uprzy-

tomnić sobie, że największą gęstość (ciężar gatunkowy) posiada woda przy + 4°C., przy wszelkiej innej temperaturze woda jest mniej gęsta, a przez to i lżejsza. Więc, gdy na jesieni woda na powierzchni oziębia się do + 4°C., wówczas ciężar jej staje się większy, i rozpoczyna się powolne opadanie wody z powierzchni na dno. Wiemy również, że woda jest złym przewodnikiem ciepła, i tem się tłumaczy, że górne warstwy, oziębiając się poniżej, — względnie ogrzewając się powyżej 4°C., nie wywierają znaczniejszego wpływu na temperaturę wody dennej.

Trzy rodzaje jezior.

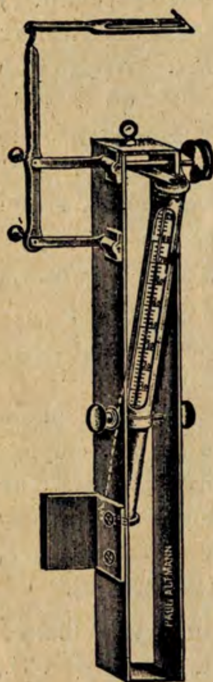
W krajach południowych, gdzie niema zimy, roczny rozkład temperatury w jeziorach jest prostszy, aniżeli u nas; na dnie spotykamy około + 4°C., a, im bliżej ku powierzchni, tem woda jest cieplejsza; taki rozkład temperatury w jeziorach nazywamy uwarstwieniem prostem, a jeziora, wykazujące w ciągu całego roku proste uwarstwienie temperatury, zaliczamy do rodzajów *ciepłych* (jezioro Genewskie).

Z drugiej strony w krajach podbiegunowych temperatura na powierzchni jezior stale jest niższa od + 4°C., i tutaj napotykamy w przeciągu całego roku wodę zimniejszą u góry i cieplejszą u dołu; takie uwarstwienie nazywamy odwrotnem; jeziora zaś, stale zachowujące odwrotne uwarstwienie temperatury, zaliczamy do rodzaju *zimnych*. Do rodzaju zimnych należą także jeziora, położone w wysokich górach.

Nasze jeziora oraz większość jezior Europy umiarkowanej w lecie posiadają proste uwarstwienie temperatury, w zimie odwrotne. Zaliczamy je do rodzaju jezior *umiarkowanych*.

Mierzenie temperatury.

Do pomiarów temperatury głębinowej przy ścisłych badaniach używa się termometrów



Rys. 4.
Termometr odwracalny
(Z Altmanna).

odwracalnych (batytermometry), urządzonych w ten sposób, że termometr jest umocowany na specjalnej ramie metalowej i obraca się, po rozluźnieniu sprężyny, na 180° dokoła osi poziomej (rys. 4); przy odwracaniu się termometru urywa się w naczyniu włoskowatem słupek rtęci (w tym celu tuż nad zbiornikiem rtęci na naczyniu włoskowatem zrobione jest przewężenie) i spada do górnej części naczynia, która po odwróceniu się skierowana jest wdół; część ta posiada podziałkę, według której odczytujemy temperaturę wody na głębokości, gdzie nastąpiło odwrócenie termometru; rozluźnienie sprężyny, w celu odwrócenia termometru, powodujemy, spuszczając ciężarek (posłaniec), wdziany na linkę, na której został opuszczony do wody cały przyrząd.

Przy początkowych badaniach można zastąpić drogi termometr odwracalny zwykłym sprawdzonym termometrem. Naturalnie, nie można go wprost na lince opuszczać do wody, albowiem podczas wyciągania termometru słupek rtęci zmieniałby swą wysokość, odpowiednio do temperatury leżących na jego drodze warstw wody; należy przeto naczyńko termometru otoczyć warstwą wosku, parafiny lub pochewką kauczukową; podobna warstwa złego przewodnika ciepła, uczyni termometr, jak mówimy, **leniwym**; oznacza to, że warstwa izolacyjna będzie utrzymywała

słupek rtęci przez dłuższy czas na wysokości raz ustalonej; z tego również wynika, że mierzenie temperatury zapomocą leniwego termometru wymaga znacznie więcej czasu; po opuszczeniu termometru na pożądaną głębokość, należy go tam pozostawić na okres czasu od 30 minut do 1 godziny i potem już jak najprędzej wyciągać, dbając o to, ażeby ustalona podczas ekspozycji wysokość słupka rtęci nie zmieniła się przy przechodzeniu termometru przez warstwy wody o innej temperaturze.

Bardzo łatwo można sporządzić termometr leniwy, posługując się szkłem i wodą, jako warstwami izolacyjnemi. W tym celu umieszczamy zwykły termometr w napełnionej wodą butelce z jasnego, lecz grubego szkła; opuszczamy na lince butelkę na pożądaną głębokość na 30—60 minut i po wyciągnięciu butelki z wody, nie wyjmując termometru, przez szkło odczytujemy temperaturę.

Odczytywać temperaturę należy natychmiast po wyciągnięciu termometru z jeziora, tak, ażeby temperatura powietrza i promienie słoneczne nie wywarły wpływu na wysokość słupka rtęci; korzystamy tu znów, jak i przy badaniach barwy i przezroczystości, z własnego cienia lub posługujemy się parasolem.

Serjowe pomiary temperatury.

Pojedyńczy pomiar temperatury wody w jeziorze jest pozbawiony prawie wszelkiej wartości naukowej. Powinniśmy dążyć ku temu, ażeby za jednym zachodem zmierzyć temperaturę w różnych warstwach, poczynając od powierzchni jeziora aż do dna. Podobna serja pomiarów wykaże nam rozkład temperatury, czyli uwarstwienie termiczne w jeziorze.

Ażeby zapoznać się z uwarstwieniem termicznem, wypływamy na łodzi na obrane miejsce (w zimie robi się to

na lodzie z przerębli), zarzucamy kotwicę lub, w braku jej, ciężki kamień, uwiązany na linie, mierzymy głębokość i przystępujemy do pomiarów temperatury. Najpierw należy zmierzyć temperaturę wody na samej powierzchni (0 m głębokości), opuszczając termometr z tej strony łodzi, z której mamy cień. Następnie robimy pomiary temperatury na głębokości 1 m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m, 12 m, 15 m, 20 m, 30 m, 45 m, i t. d. Wobec tego, że największe wahania temperatury napotykamy jedynie w górnych warstwach wody, zaleca się między powierzchnią a 15 m głębokości robić pomiary w częstszych odstępach, np. co 2 — 3. Poniżej 15 m głębokości temperatura zmienia się już bardzo nieznacznie, i odstępy stosownie można zwiększyć.

Wyniki każdego pomiaru notujemy; ażeby jednak serjowe pomiary nie zajęły zbyt wiele czasu, bo każdy pojedyńczy pomiar wymaga od 30 do 60 minut, trzeba zaopatrzyć się w kilka leniwych termometrów, co nam da możność mierzyć temperaturę jednocześnie w paru warstwach.

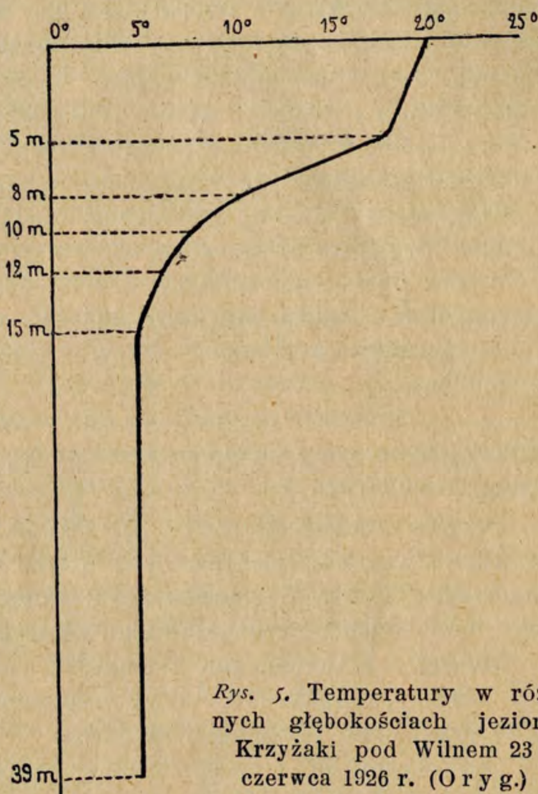
Krzywa temperatury.

Dla przykładu przytaczamy wyniki serjowych pomiarów temperatury w jeziorze Krzyżaki pod Wilnem, dokonanych 23 czerwca 1926 r.

głębokość	C
0 m	20°
1 „	19,3°
3 „	19°
5 „	18°
8 „	10,5°
10 „	7,5°
12 „	6°
15 „	4,5°
39 „ (dno)	4,5°

Wyniki te można przedstawić obrazowo, wykreślając tak zwaną **krzywą temperatury** (rys. 5).

W tym celu kreślimy na papierze kratkowanym dwie linje, wychodzące z jednego punktu pod kątem prostym. Linję pionową podzielimy kreskami na tyle równych części, ile metrów wynosi



Rys. 5. Temperatury w różnych głębokościach jeziora Krzyżaki pod Wilnem 23 czerwca 1926 r. (Oryg.)

największa głębokość jeziora, przyczem każda kreska będzie odpowiadała jednemu metrowi; oznaczymy punkt, z którego wychodzą obie linje, jako 0 m głębokości (powierzchnia jeziora), najbliższą kreską, jako 1 m głębokości, następnie 2 m, 3 m i t.d. Tak samo podzielimy linję poziomą na równe części, które będą odpowiadały stopniom temperatury: punkt, z którego wybiegają obie linje, będzie odpowiadał temperaturze 0°, sąsiedni + 1°, następny + 2° i t. d.

Teraz na linji poziomej, która odpowiada głębokości

0 m, zaznaczamy kropką temperaturę, spostrzeżoną na powierzchni jeziora, mianowicie + 20°C.; następnie na linji poziomej, która odpowiada głębokości 1 m, oznaczamy kropką temperaturę + 19,3° C.; dalej na linji poziomej, która od. powiada głębokości 3 m, oznaczymy kropką temperaturę + 19°C — i tak do końca.

Gdy każdą sąsiednią parę kropek połączymy prostemi linjami, wówczas otrzymamy krzywą temperatury, która obrazowo nam uwidoczni uwarstwienie termiczne; oprócz tego podobna krzywa daje nam możność wypowiedzenia się o temperaturze warstw pośrednich, w których pomiarów nie robiliśmy.

Trzy warstwy termiczne.

Jeżeli przypatrzymy się krzywej na rys. 5, zobaczymy, że temperatura wody w jeziorze opada nierównomiernie.

Na powierzchni mieliśmy + 20° i na głębokości 5 metrów + 18°; więc na przestrzeni pierwszych pięciu metrów temperatura obniża się zaledwie o 2 stopnie, z czego na każdy metr będzie przypadało tylko 0,4 stopnia obniżenia.

Między 5 a 15 metrami głębokości temperatura opada o całe 13,5 stopnia (18°—4,5°), z czego na każdy metr będzie przypadało 1,35 stopni obniżenia.

Od 15 do 39 metrów spadku temperatury wcale już nie obserwujemy.

Możemy więc powiedzieć, że w górnej warstwie jeziora temperatura obniża się w miarę przybywania głębokości tylko nieznacznie; że następnie w środkowej warstwie temperatura się raptownie i znacznie obniża, i że nakoniec trzecia, dolna warstwa znaczniejszych zmian temperatury wcale nie wykazuje.

Środkowa warstwa, w której obserwujemy gwałtowny spadek temperatury, nazywa się warstwą skokową (obca nazwa — *termoklina,* albo *metalimnjon*); górna,

ogrzana równomiernie, nazywa się w a r s t w ą n a d s k o k o w ą (*epilimnjon*) i dolna, zimna — p o d s k o k o w ą (*hypolimnjon*).

Trzy te warstwy nie są stałe i dają się wyróżnić nie we wszystkich jeziorach. Jedynie w jeziorach głębszych spotykamy warstwę skokową. Zjawia się ona w okresie letnim, narazie na nieznacznej głębokości pod powierzchnią, ku jesieni opuszcza się coraz głębiej, tymczasem miąższość warstwy nadskokowej się zwiększa, i ku zimie warstwa skokowa całkowicie znika. To się powtarza z roku na rok.

Jeziorny rok termiczny.

Zmiany temperatury wody w naszych jeziorach w ciągu roku, czyli j e z i o r n y r o k t e r m i c z n y, podzielimy na następujące cztery okresy:

1) O k r e s u w a r s t w i e n i a p r o s t e g o panuje w miesiącach wiosennych, letnich i jesiennych; w tym okresie na powierzchni jeziora woda jest cieplejsza, niż na dnie, i wyraźnie występuje warstwa skokowa.

2) O k r e s j e s i e n n e g o w y r ó w n a n i a t e m p e r a t u r y przypada u nas na listopad, uwarstwienie termiczne znika, i woda we wszystkich warstwach od powierzchni do dna jest jednakowo ogrzana (+ 8° — + 4° C.).

3) O k r e s u w a r s t w i e n i a o d w r o t n e g o trwa w ciągu miesięcy zimowych; wówczas na powierzchni jeziora (pod lodem) woda jest zimniejsza (0°), niż na dnie (+ 4°C.).

4) O k r e s w i o s e n n e g o w y r ó w n a n i a t e m p e r a t u r y następuje po stopnieniu lodu na wiosnę i charakteryzuje się tem, że znów znika uwarstwienie termiczne, i woda we wszystkich warstwach wykazuje około + 4°C. Okres ten trwa krótko, i po nim rozpoczyna się na nowo okres uwarstwienia prostego.

Prądy.

Gdy w okresie jesiennym woda na powierzchni jeziora poczyna się oziębiać, wówczas zimne

jej cząstki, jako posiadające większy ciężar, opadają ku dołowi, na ich zaś miejsce podnoszą się z głębszych warstw cząstki cieplejsze i przez to lżejsze. Wymiana w pionowym kierunku cząstek wody pomiędzy powierzchnią a warstwami niższemi rozciąga się z biegiem czasu na całą masę wody w jeziorze: cząstki wody z powierzchni docierają do samego dna, jak również cząstki wody przydennej unoszą się na powierzchnię jeziora. Te prądy, zwane konweksyjnemi, powodują na jesieni całkowite przemieszanie się wody w jeziorze; woda z warstw przydennych zostaje wyniesiona na powierzchnię, zastępuje ją zaś woda opadła z powierzchni; proces ten nazywamy cyrkulacją jesienną wody. Podobne zjawisko zachodzi również i na wiosnę; gdy lód stopnieje, i woda na powierzchni poczyna ogrzewać się od 0° do +4° C.; wówczas tak samo powstają prądy konweksyjne, i woda w jeziorze znów ulega przemieszaniu; powiadamy, że się odbywa cyrkulacja wiosenna.

Ażeby zrozumieć istotę prądów konweksyjnych, należy stale mieć na uwadze, że największy ciężar woda posiada przy + 4° C. Cząstki wody o temperaturze + 4°C. stale będą dążyły ku temu, ażeby ułożyć się pod cząstkami o wszelkiej innej temperaturze; gdy na powierzchni ułożą się cząstki lżejsze, pod niemi cięższe, dopiero wtenczas prądy konweksyjne ustają, i następuje stan równowagi w wodzie.

Jak dwa razy do roku bywają w jeziorze okresy cyrkulacji (jesień i wiosna), podobnież dwa razy do roku następują okresy równowagi czyli stagnacji: w lecie i w zimie.

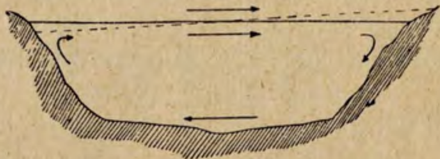
Załączona tabliczka ułatwi nam zorjentowanie się w zawiłych zmianach, jakie zachodzą w jeziorze w ciągu roku.

Oprócz prądów konweksyjnych w przemieszaniu wody w jeziorze biorą czynny udział silne wiatry wiosenne

ROK TERMICZNY W JEZIORZE.

maj *czerwiec* *lipiec* *sierpień* *wrzesień* *październik*	*listopad*	*grudzień* *styczeń* *luty* *marzec*	*kwiecień*
Okres uwarstwienia prostego	Okres wyrównania termicznego	Okres uwarstwienia odwrotnego	Okres wyrównania termicznego
Stagnacja letnia	Cyrkulacja jesienna	Stagnacja zimowa	Cyrkulacja wiosenna
Woda cieplejsza u góry, zimniejsza u dołu	Woda we wszystkich warstwach jednakowo ogrzana	Woda zimniejsza u góry, cieplejsza u dołu	Woda we wszystkich warstwach jednakowo ogrzana

i jesienne. Pod ich wpływem powstaje na powierzchni jeziora prąd wody, skierowany od nawietrznego ku podwietrznemu brzegowi; gdy prąd taki napotyka brzeg podwietrzny, wówczas skręca ku dołowi i wzdłuż dna powraca ku brzegowi nawietrznemu; w tym wypadku pierwotny prąd na powierzchni jeziora wywołuje powstanie drugiego prądu we wstecznym kierunku na dnie, i cała masa wody w jeziorze może być wprawiona w ruch **wirowy** (rys. 6)



Rys. 6. Prąd wirowy w jeziorze. Górna strzałka oznacza kierunek wiatru; inne strzałki — kierunek prądu w jeziorze. (Według Forela z Thienemanna).

Cyrkulacja więc wiosenna i jesienna wynika z dwóch przyczyn: 1) z prądów konweksyjnych, wywołanych przez zmiany temperatury i 2) z prądów wirowych, spowodowanych przez wiatr.

Chemiczne właściwości wody.

Po rozpatrzeniu fizycznych właściwości wody (barwa, przezroczystość, temperatura, prądy) w jeziorze, przechodzimy do jej właściwości chemicznych.

Woda jeziorna stale zawiera w stanie rozpuszczonym g a z y, s o l e m i n e r a l n e i z w i ą z k i h u m u s o w e. Wobec tego nigdy nie może być mowy o wodzie jeziornej, jako o związku chemicznie czystym, albowiem zawsze mamy tu do czynienia z mieszaniną H_2O i innych związków. Czerwony papierek lakmusowy, zanurzony do wody jeziornej, po upływie paru minut w przeważającej większości wypadków zmieni swą barwę na błękitną, co wskazuje, że woda jeziora przeważnie posiada reakcję zasadową.

Z pośród soli mineralnych w naszych jeziorach spotyka się w znacznych ilościach węglan wapniowy. Od tego, w jakiej ilości jest on rozpuszczony, zależy przeważnie większa lub mniejsza twardość wody. Naogół możemy powiedzieć, że im więcej znajduje się w wodzie węglanu wapniowego, tem obficiej występują w jeziorze mięczaki, które używają tego związku dla budowy swych muszli; jeżeli przy brzegach jeziora napotykamy niewiele muszli mięczaków, to fakt ten przemawia poniekąd za tem, że woda jest uboga w związki wapniowe.

O związkach humusowych, zawartych w wodzie, była już mowa w ustępie o barwie wody.

Najważniejszym z gazów, rozpuszczonych w wodzie jeziornej, jest tlen. Chociaż woda składa się z wodoru i tlenu, jednak organizmy, żyjące w jeziorze, nie mogą oddychać tym tlenem, który wchodzi w skład samej wody; w wodzie chemicznie czystej wkrótce ustałoby życie

skutkiem uduszenia się. Do oddychania wodnych organizmów może być używany jedynie tlen, który się znajduje w wodzie w stanie rozpuszczonym.

Tlen rozpuszczony w wodzie.

Tlen, jaki znajdujemy w stanie rozpuszczonym w wodzie jeziornej, pochodzi w znacznej części z powietrza. Początkowo tlen rozpuszcza się w wodzie na samej powierzchni, następnie zaś przenika coraz głębiej; wielkie znaczenie odgrywają przytem rozpatrzone powyżej prądy; mianowicie, podczas cyrkulacji woda z powierzchni, zawierająca tlen, dociera do dna i zastępuje wodę, której tlen został spożyty.

Ilość tlenu, jaka może się rozpuścić w 1 litrze wody, jest ograniczona i zależy od temperatury. Jeżeli woda zawiera największą ilość tlenu, jaka może w niej się rozpuścić w danych warunkach, wówczas powiadamy, że woda jest nim nasycona.

Przy ciśnieniu powietrza, równem 760 mm, jeden litr wody może pochłonąć (staje się nasycony):

przy	0° C	10,2	cm³ tlenu
	1° C	9,9	„ „
	2° C	9,6	„ „
	3° C	9,4	„ „
	4° C	9,1	„ „
	5° C	8,9	„ „
	10° C	7,9	„ „
	15° C	7,0	„ „
	20° C	6,4	„ „
	25° C	5,8	„ „
	30° C	5,2	„ „

Widzimy więc, że im woda jest zimniejsza, tem więcej może ona pochłonąć tlenu; przy 30° C. woda zawiera dwa razy mniej tlenu, niż przy 0°. Takiemu pochłanianiu znacznie sprzyjają wiatry i falowanie wody w jeziorze.

Znikanie tlenu. Wskutek cyrkulacji, gdy woda w jeziorze ulega całkowitemu przemieszaniu, we wszystkich warstwach staje się ona równomiernie nasycona tlenem, Lecz równomierny rozkład tlenu w jeziorze trwa dopóty, dopóki odbywa się cyrkulacja. Z chwilą, gdy cyrkulacja ustaje i następuje okres stagnacji, tlen stopniowo poczyna znikać z warstw przydennych.

Tłumaczy się to tem, że na dnie jeziora ustawicznie nagromadzają się szczątki roślin i zwierząt, podczas rozkładu których zużywa się tlen. Dno jeziora możemy porównać z dużem cmentarzyskiem; tu stale opadają martwe ciała organizmów, które przedtem unosiły się w wodzie jeziora; tu również nagromadzają się szczątki obumarłych roślin z brzegu jeziora; tu wreszcie zostają pogrzebane liście, gałęzie, nasiona, szyszki i inne części drzew i krzewów, rosnących na zboczach jeziora. Naskutek procesów gnilnych przydenne warstwy wody stopniowo ubożeją w tlen, i w okresach stagnacji znika w jeziorze równomierny rozkład tlenu, jaki się wytworzył podczas cyrkulacji; wówczas na powierzchni jeziora obserwujemy stan zbliżony do nasycenia; im głębiej zaś, tem mniej znajdujemy tlenu. Tak dwukrotnie w ciągu roku warstwowe rozmieszczenie tlenu w jeziorze (w okresach letniej i zimowej stagnacji), jest zastępowane przez równomierny jego rozkład we wszystkich warstwach (w okresach jesiennej i wiosennej cyrkulacji).

W zimie,gdy na jeziorze wytwarza się pokrywa lodowa, dopływ tlenu do powierzchni wody staje się utrudniony, i jeżeli jezioro jest płytkie, a na dnie jego odbywają się silne procesy gnilne, wówczas może nastąpić znaczny spadek ilości tlenu w całem jeziorze; w podobnym wypadku jedynie przeręble, które pełnią rolę jakgdyby wentylatorów, mogą uratować ryby od uduszenia się.

Na wiosnę oraz w początkach lata na powierzchni jeziora czasem osiada w wielkiej ilości pyłek kwiatowy.

Warstwa jego, tak samo jak lód, może odciąć jezioro od powietrza. Szczególnie zaś, gdy pyłek poczyna opadać na dno, wówczas pochłania on znaczne ilości tlenu z wody i w mniejszych jeziorach może tem spowodować śnięcie ryb.

Gdy do jeziora dostają się w większej ilości organiczne odpadki z fabryk, naprz. z cukrowni lub z browaru, sprzyja to masowemu rozwojowi różnych grzybków, które przy oddychaniu mogą również pochłonąć znaczne ilości tlenu.

Zauważono ponadto, że wyładowania elektryczności w powietrzu podczas burzy w jakiś, niewyjaśniony bliżej, sposób wpływają ujemnie na ilość rozpuszczonego tlenu w wodzie.

Lecz stałą i najważniejszą przyczyną znikania tlenu w jeziorze są procesy gnilne, odbywające się na dnie. Powiadamy, że dno stale absorbuje, co znaczy pochłania tlen z wody.

Typy jezior.

W jeziorach głębokich, o wodzie barwy błękitnej, przezroczystej i nie zawierającej związków humusowych, zwykle zawartość tlenu w warstwach głębinowych jest dość wysoka; procesy gnilne na dnie jezior tego rodzaju są bardzo nieznaczne, i wskutek tego ilość tlenu w warstwach głębinowych nigdy nie spada poniżej 60% nasycenia. Takie jeziora o wodzie głębinowej, bogatej w przeciągu całego roku w tlen, zaliczamy do typu jezior podalpejskich. Spotykamy ten typ przeważnie w Alpach i Przedalpach, i do tej grupy należą jeziora: Bodeńskie i Genewskie.

Jeziora równiny Bałtyckiej przeważnie są nie tak głębokie; posiadają one odcień zielony, przezroczystość ich jest mniejsza, i woda zawiera już nieznaczną domieszkę związków humusowych; w warstwach głębinowych tych

jezior wskutek silnych procesów gnilnych w okresach stagnacji obserwujemy znaczny spadek tlenu; w warunkach tych ilość tlenu w wodzie głębinowej nie przekracza 40% nasycenia i często spada nawet do 0%. Jeziora, o wodzie barwy zielonej i na głębinach ubogie w tlen w okresach stagnacji, zaliczamy do typu bałtyckich. Większa część jezior polskich należy do tej właśnie grupy.

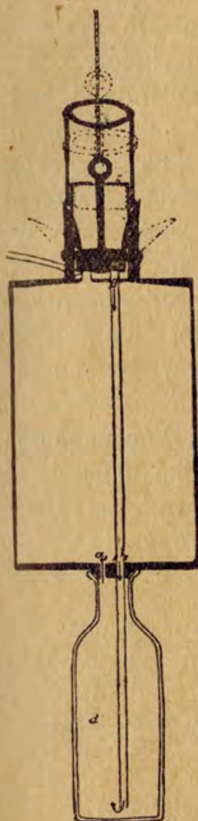
Nakoniec, przeważnie w krajach skandynawskich, spotykamy jeziora o barwie wody żółtej, względnie brunatnej i o niskiej zawartości tlenu w warstwach głębinowych; woda tych jezior zawiera znaczną ilość związków humusowych, i na dnie, zamiast procesów gnilnych, odbywa się tworzenie się torfu; jest to trzeci typ — jezior humusowych.

TRZY TYPY JEZIOR.

A. Woda w warstwach głębinowych zawiera tlenu nie mniej, niż 70% nasycenia	. . . . .	I. jeziora *podalpejskie*.
B. Woda w warstwach głębinowych zawiera w okresach stagnacji tlenu mniej, niż 40% nasycenia;	na dnie odbywają się procesy gnilne	II. jeziora *bałtyckie*.
	na dnie odbywają się procesy tworzenia się torfu	III. jeziora *humusowe*.

Czerpacze wody. Z tego, co mówiliśmy o tlenie rozpuszczonym w wodzie, wynika, że rozkład jego w jeziorze bywa równomierny jedynie w okresach cyrkulacji; podczas stagnacji zaś tlen, tak samo jak i temperatura,

wykazuje warstwowe rozmieszczenie. Wobec tego staje się niezbędne badanie na tlen próbek wody, zaczerpniętej z różnych warstw jeziora: od powierzchni aż do dna. Byłyby to s e r j o w e p o m i a r y ilości rozpuszczonego w wodzie tlenu. Wykonywając serjowe pomiary tlenu w ciągu roku w odstępach miesięcznych, zebralibyśmy dane o rocznym b u d ż e c i e tlenowym.



Rys. 7. Czerpacz wody systemu R u t t n e r a (z W a g l e r a).

Do czerpania próbek wody z różnych głębokości używa się mosiężnego aparatu s y s t e m u R u t t n e r a (rys. 7). Aparat Ruttnera z przytwierdzoną do niego szklaną flaszką (d) opuszcza się na lince w stanie zamkniętym na pożądaną głębokość. Następnie spuszcza się ciężarek, wdziany na linkę (p o s ł a n i e c), który otwiera aparat. (Zmiany w ułożeniu części, następujące przy otwieraniu aparatu, są uwidocznione na wykresie linjami kropkowanemi). Wówczas szklana flaszka, jak również i sam aparat, napełniają się wodą z danej głębokości. Po wydostaniu całego przyrządu z wody, zawartość flaszki poddaje się analizie chemicznej na tlen, zapas zaś wody w samym aparacie (1 L) może być użyty do innych badań.



Rys. 8. Flaszka M e y e r a (ze S t e u e r a).

Do badań początkowych można zbudować własnoręcznie t. zw. f l a s z k ę M e y e r a (rys. 8), która

może poniekąd zastąpić drogi aparat Ruttnera. Używamy w tym celu zwykłej butelki z grubego szkła (od piwa lub wina), do szyjki której uwiązujemy linkę. Na lince w odstępie jednego metra od butelki uwiązujemy sznurek długości 30 cm, na końcu którego ma być przytwierdzony korek. Gdy teraz butelkę zakorkujemy, linka przy szyjce będzie luźnie zwisała, a sama butelka zawiśnie na sznurku, idącym od korka. W tym stanie opuszczamy butelkę z umocowanym do niej ciężarkiem z ołowiu na pożądaną głębokość. Po upływie 5 minut (chodzi o to, ażeby butelka oziębiła się, względnie ogrzała do temperatury otaczającej ją wody) mocnem targnięciem za linkę wyrywamy korek z otworu butelki; natychmiast na powierzchni poczną się zjawiać pęcherzyki powietrza, co będzie dowodem, że butelka napełnia się wodą; gdy pęcherzyki ustaną, butelka jest już pełna. Po wyciągnięciu butelki otrzymamy próbkę wody dla analizy na tlen z danej głębokości.

Oznaczenie ilości tlenu. Ścisła analiza wody na tlen wymaga pewnych laboratoryjnych urządzeń, rozpatrzymy więc mniej ścisły sposób badania tlenu, lecz zato znacznie prostszy i dla ogólnego zorjentowania się całkiem wystarczający.

Należy zaopatrzyć się w rzeczy następujące:

1) Para flaszek, o pojemności 250 cm^3 z korkami szklanemi.

2) Dwie szklane pipety o pojemności 3 cm^3.

3) Roztwór I, przyrządzony w następujący sposób: Jedną wagową część ługu sodowego (NaOH) rozpuszczamy w dwóch wagowych częściach wody destylowanej; do 100 cm^3 otrzymanego roztworu dodajemy 20 g sproszkowanego jodku potasowego (KJ).

4) Roztwór II, przyrządzony w następujący sposób: jedną część wagową chlorku manganawego ($MnCl_2$) rozpuszczamy w dwóch wagowych częściach wody destylowanej.

5) Tablica Hofera.

Do flaszki, wypełnionej po same brzegi wodą, dodajemy zapomocą pipety 3 cm^3 roztworu I; przytem pipetę opuszczamy do flaszki jak najniżej, tak, ażeby roztwór I spływał z pipety przy samem dnie flaszki; w ten sam sposób zapomocą drugiej pipety natychmiast dodajemy 3 cm^3 roztworu II; jednocześnie tyle wody, ile dodaliśmy roztworów I i II, wyleje się z butelki przez brzegi, co nie powinno nas przerażać. Następnie, nie zwlekając, ostrożnie zatykamy flaszkę szklanym korkiem, dbając o to, ażeby nie pozostało w butelce nawet najmniejszego pęcherzyka powietrza; przytem znów wyleje się trochę wody.

Szczelnie zatkniętą butelkę parokrotnie wstrząsamy; obserwujemy, że natychmiast zjawia się gęsty biały osad — wodorotlenku manganowego Mn $(OH)_2$, który pod wpływem tlenu, rozpuszczonego w wodzie, niezwłocznie zacznie nabierać odcienia brunatnego. Im więcej było w wodzie rozpuszczonego tlenu, tem ciemniejszy otrzymamy osad; jeżeli woda zawierała tlenu bardzo mało, albo wcale go nie zawierała, wówczas osad pozostanie biały.

Po upływie kwadransa wstrząsamy osad ponownie i, trzymając flaszkę na białem tle, porównywamy barwę osadu z tablicą Hofera.

Dotąd rozpatrywaliśmy własności wody jeziornej, lecz w życiu jeziora doniosłe znaczenie posiada również i muł, który wyściela dno. Muł jeziorny.

Muł jeziorny pochodzi z dwóch źródeł: po pierwsze, z wody opadają na dno w postaci osadów różne związki

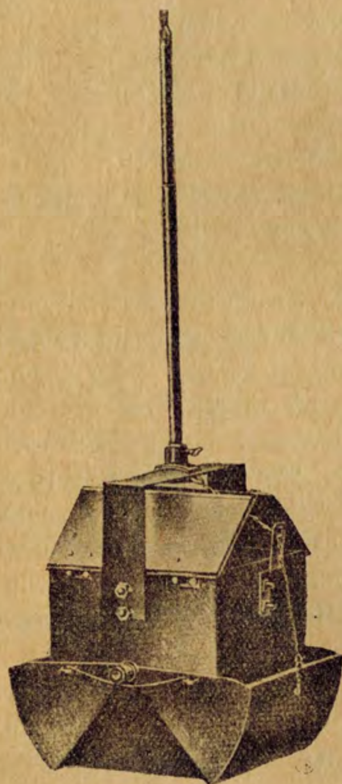
mineralne, jak np. węglan wapniowy; powtóre, jak już mówiliśmy, na dnie nagromadzają się cząstki obumarłych zwierząt i roślin.

W jeziorach o charakterze podalpejskim wysoka zawartość tlenu w wodzie przyspiesza rozkład ciał organicznych, opadłych na dno; muł jest ubogi w związki organiczne i nie posiada zapachu gnilnego.

W jeziorach, które zaliczamy do typu bałtyckiego, na dnie odbywają się silne procesy gnilne; muł w znacznej części składa się ze związków organicznych i charakteryzuje się przykrym zapachem siarkowodoru.

W obu typach jezior, podalpejskim i bałtyckim, muł po wysuszeniu przybiera barwę szarą, w stanie zaś wilgotnym jest szary albo (w jeziorach bałtyckich) czasem zupełnie czarny. Nazywamy go mułem sapropelowym.

Muł jezior humusowych jest całkiem odmienny. Składa się on przeważnie ze związków humusowych i posiada barwę brunatną tak w stanie wilgotnym, jak i wysuszonym. Nazywamy go mułem tyrfopelowym.



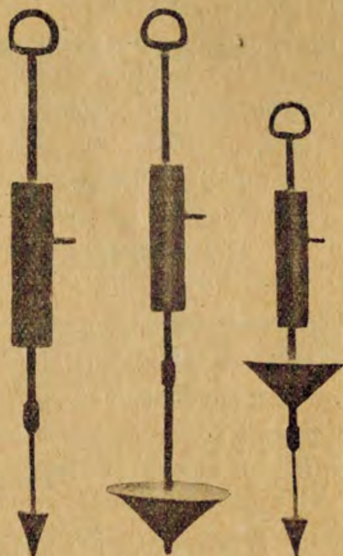
Rys. 9.
Chwytacz dna sytemu Ekmana
(z Naumanna.)

Najłatwiej jest oznaczyć rodzaj mułu, zalewając go moc-

nym ługiem sodowym lub potasowym. Jeżeli ług zabarwi się na kolor żółty lub brunatny, wówczas mamy do czynienia z mułem tyrfopelowym; jeśli zaś ług pozostanie bezbarwny, to mamy muł sapropelowy.

Chwytacze dna.

Do badań mułu oraz żyjących w nim organizmów służą t. zw. chwytacze dna. Taki chwytacz systemu Ekmana podany jest na rys. 9. Inne znów przyrządy, t. zw. sondy rurowe, dają dokładne przekroje dna do głębokości trzech metrów.



Rys. 10.
Sondy puharowe systemu Naumanna. (z Naumanna).

Do początkowych badań narazie będziemy używali sondy puharowej, którą jest łatwo zbudować według załączonego rysunku (rys. 10). Stożkowaty puhar z blachy, umieszczony na końcu pręta żelaznego, przy zetknięciu się z dnem zabiera próbkę mułu; okrągłe wieczko, luźnie wdziane na pręt, chroni próbkę od wypłókania przy podnoszeniu sondy; walec z blachy, wdziany na górną część pręta żelaznego i wypełniony ołowiem, obciąża cały przyrząd; ucho u góry przeznaczone jest do przytwierdzenia linki. Długość sondy puharowej wynosi od 50 do 75 cm, waga — nie mniej, niż 5 klg.

Zestawienie fizycznych i chemicznych właściwości jeziora.

Pomiędzy głębokością, barwą wody, przezroczystością, ilością zawartych w wodzie związków humusowych, rozpuszczonym tlenem i charakterem mułu istnieje pewna zależność. Zna-

jąc jedną cechę jeziora, już z wielkiem prawdopodobieństwem można powiedzieć ogólnikowo, jakie będą i inne. Naprzykład według barwy wody nieraz można dość trafnie oznaczyć, do którego z trzech typów należy dane jezioro; barwa wody jest poniekąd wskaźnikiem (indykatorem) ogólnego charakteru jeziora.

Na załączonej tablicy jest uwidoczniona ta zależność między poszczególnemi cechami trzech typów jezior: podalpejskich, bałtyckich i humusowych.

Właściwości fizyczno-chemiczne	TRZY TYPY JEZIOR		
	Jeziora podalpejskie	*Jeziora bałtyckie*	*Jeziora humusowe*
Głębokość	znaczna	mniejsza	różna
Barwa wody	błękitna — — zielona	zielona, żółto-zielona, brunatno-zielona	żołto-brunatna
Przezroczystość	znaczna	mniejsza	jak w jeziorach bałtyckich
Związki humusowe	niema	mało	dużo
Tlen w warstwach głębinowych	dużo	mało	mało
Muł	szary, bez zapachu gnilnego (sapropelowy)	szary albo czarny, o silnym zapachu gnilnym (sapropelowy)	brunatny, zawierający związki humusowe (tyrfopelowy)

B. FLORA I FAUNA JEZIORA.

Podział jeziora na strefy biologiczne.

Gdyby warunki życia były jednakowe we wszystkich częściach jeziora, wówczas całe jezioro byłoby równomiernie zasiedlone przez jednakowe gatunki roślin i zwierząt. Lecz daremnie szukalibyśmy w zagłębiu śródjeziornem np. skójki lub szczeżui, które tymczasem obficie występują na ławicy przybrzeżnej; tak samo nie znajdziemy w otwartych wodach jeziora pospolitego w okolicy brzegowej raka; całkiem odmienne organizmy napotykamy znów przy powierzchni wody i w mule jeziornym na dnie. Tłumaczy się to tem, że i warunki życia w poszczególnych częściach jeziora są różne. Weźmy światło: przy dnie, na głębiach, w przeciągu całego dnia panuje zupełna ciemność; na środku jeziora, w górnych warstwach wody odwrotnie, nim słońce nie zajdzie, niema ani skrawka cienia, i organizmy tu żyjące w przeciągu połowy doby bez przerwy podlegają działaniu promieni słonecznych; przy brzegu tak samo mamy dużo światła, lecz jest tu również wiele miejsc zacienionych, i w każdej chwili zwierzę może się ukryć od słońca czy to między liśćmi roślin przybrzeżnych, czy też pod kamieniem lub jakimś innym zanurzonym przedmiotem. Podobne różnice mamy pod względem temperatury, ilości tlenu, ruchu wody i t. d.

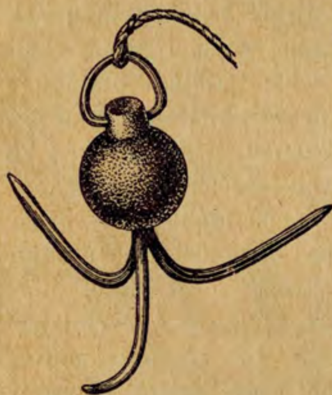
W jeziorze można wyróżnić trzy zasadnicze strefy,

w których tak warunki życia, jak i zamieszkujące organizmy, są całkiem odmienne:

1) Cały pas przybrzeżny jeziora, porosły wodnemi roślinami kwiatowemi i ramienicą, stanowi strefę litoralną; składają się na nią tak dno, jak i woda, i w naszych jeziorach strefa litoralna rozpościera się mniej więcej do 8 m głębokości.

2) Poniżej strefy litoralnej dno jeziora oraz warstwy wody, bezpośrednio nad niem leżące, stanowią strefę głębinową.

3) Otwarta część jeziora — po wyłączeniu dwóch poprzednich — stanowi strefę pelagiczną; od dna jest ona oddzielona strefą głębinową, od brzegu zaś strefą litoralną; składa się na nią jedynie woda.



Rys. 11. Hak do zbierania roślin wodnych (z Gamsa).

Przyrządy do zbierania roślin i zwierząt. Do zbierania roślin wodnych jest niezbędny żelazny hak o trzech zębach (rys. 11). Na grubej i mocnej lince zarzuca się taką kotwicę z brzegu lub z łodzi i przez krótki czas ciągnie się ją po dnie. Zahaczając za rośliny, wydobywamy je na powierzchnię. Hak nie powinien być duży, ponieważ zabierałby zbyt wielką ilość roślin z dna, coby utrudniało wyciąganie. Wysokość jego i odstępy między zębami nie mogą przekraczać 20 cm. Z drugiej strony zbyt lekki hak nie daje dobrych wyników, i waga jego winna być nie mniejsza niż 350 gr.

Do zbierania zwierząt w strefie litoralnej posługujemy się przeważnie **czerpakiem** (rys. 12). Z urządzenia czerpak przypomina siatkę do chwytania owadów. Obręcz tylko powinna być mniejsza i mocniejsza.



Rys. 12. Czerpak. (Oryg.)

Dla łatwiejszego manipulowania w wodzie wskazane jest nadać obręczy kształt wydłużony (20 cm × 15 cm). Bardzo praktyczne są obręcze w kształcie półkola. Samą siatkę sporządza się z bawełnianej kanwy albo jeszcze lepiej z tkaniny kongresowej [1]). Nie należy w żadnym razie używać płótna, które, zatrzymując wodę, utrudniałoby w wysokim stopniu manipulowanie.



Rys. 13. Draga (z Altmanna).

Organizmy, żyjące w strefie dennej, zbieramy zapomocą **dragi** (rys. 13). Draga składa się z ramy żelaznej w postaci równobocznego trójkąta, z rozpiętej na ramie sieci z tkaniny kongresowej oraz z mocnej osłony, chroniącej sieć od uszkodzeń. Długość boków ramy nie powinna przekraczać 40 cm; szerokość sztabek żelaznych, stanowiących ramę,

[1]) Tkaninę taką można nabyć w sklepach hafciarskich


Rys. 14. Siatka planktyczna (z Zachariasa).

równa się 4 cm, grubość $^3/_4$ cm; zprzodu powinny one być zaostrzone. Samą sieć dla braku tkaniny kongresowej można sporządzić z kanwy (płótno się nie nadaje!). Osłonę sporządza się z mocnego szpagatu w postaci rzadkiej sieci, otaczającej właściwą siatkę.

Dragę opuszcza się z łodzi na długiej linie i wlecze się ją po dnie, dopóki się nie napełni mułem; po wyciągnięciu zapomocą korby lub od ręki, przepłókując na sicie muł wodą, odnajdujemy organizmy denne. Niezrównanie lepsze wyniki, niż dragą, otrzymujemy przy pomocy chwytacza, systemu Ekmana (rys. 9).

W strefie pelagicznej dokonywamy połowów zapomocą siatki planktycznej (rys. 14). Najważniejszą jej część stanowi stożkowaty worek z jedwabnej gazy młynarskiej; długość worka wynosi 40 — 45 cm, średnica otworu 20 — 25 cm; gazę młynarską można zastąpić przez gęsty batyst. Worek umocowuje się na mosiężnej lub cynkowej obręczy, od której odchodzą trzy sznury równej długości (30 cm), połączone u góry.

Siatkę planktyczną wypuszczamy z łodzi na długiej lince i, powolnie płynąc dalej, pozostawiamy ją w wodzie. Gaza młynarska przepuszcza wodę; tymczasem w zwężonej części siatki nagromadzają się w postaci gęstego osadu drobne organizmy, żyjące w strefie pelagicznej. Po wyjęciu siatki z wody, wywracamy jej dno i opłókujemy osad w szklanem naczyniu z wodą.

Siatkę planktyczną używamy także do połowu drobnych organizmów, żyjących w strefie litoralnej. Zaleca się w tym wypadku uwiązać siatkę krótko do kija i dokonywać połowu, zanurzając między rośliny wodne koniec kija z uwiązaną siatką. Można również zarzucać siatkę planktyczną wprost z brzegu na długiej lince.

Ażeby uniknąć żmudnego wywracania siatki, wskazane jest umocować na jej zwężonym końcu szklane naczyńko z kranem[1]).

1. STREFA LITORALNA.

Zależność jej od przezroczystości wody.

Strefa litoralna rozpościera się od pobrzeża do głębokości, gdzie znikają krzewiące się rośliny wodne. Występujące tu rośliny kwiatowe i ramienice na to, ażeby mogły asymilować węgiel, wymagają dostatecznej ilości światła. Im woda w jeziorze jest przezroczystsza, tem głębiej będą przenikały promienie świetlne, i, co za tem idzie, tem na większej głębokości i dalej od brzegu będą się rozrastały rośliny zielone.

---

[1]) Metody zbierania zwierząt są opisane szczegółowiej w „Podręczniku do zbierania i konserwowania zwierząt, należących do fauny polskiej" (Wydawnictwo Polskiego Państwowego Muzeum Przyrodniczego w Warszawie).

Wynika z tego, że istnieje stała zależność pomiędzy przezroczystością wody a głębokością, do jakiej sięga strefa litoralna.

W jeziorach alpejskich woda, jak już mówiliśmy, posiada znaczną przezroczystość, i roślinność występuje jeszcze na głębokości ponad 20 m. Np. w jeziorze Genewskiem granica widzenia sięga powyżej 22 m, i strefa litoralna rozpościera się do tej samej głębokości. W naszych jeziorach, mniej przezroczystych, roślinność przybrzeżna tak głęboko nie zachodzi. W jeziorze Wigry (granica widzenia = 11,5 m) i w jeziorze Krzyżaki (granica widzenia = 5,5 m) roślinność przybrzeżna ustaje już na głębokości 7—8 m.

Zależnie od przezroczystości wody w jeziorach, strefa litoralna rozpościera się do różnej głębokości; przy tem wahania mogą być bardzo znaczne: od 1 m aż do 30 m.

Różnorodność warunków życia w strefie litoralnej.

Na całej przestrzeni tej strefy warunki życia są bardzo niejednolite.

Dno przy brzegu, jak widzieliśmy, narazie ciągnie się prawie poziomo tuż pod powierzchnią wody, potem zaś raptownie opada, tworząc stoki ławicy; wynikające stąd różnice w głębokości wywierają znaczny wpływ na rozsiedlenie organizmów litoralnych w związku z falowaniem wody. Na górnej powierzchni ławicy, wystawionej na najsilniejsze działanie fal, mogą występować jedynie rośliny o mocnych korzeniach i takie tylko zwierzęta, dla których ruchy wody podczas falowania nie są zgubne; na stokach ławicy będą występowały organizmy, wymagające wody spokojniejszej.

Szczególnie wielki wpływ wywiera falowanie na skład flory i fauny przy brzegach podwietrznych; tu napotykamy zespół organizmów, przystosowanych do

Tab. I. ROŚLINY.





3





1. Łączeń baldaszkowy — *Butomus umbellatus*; (z Lamperta, p.r. [1]).
2. Trzcina pospolita — *Phragmites communis*; (z Garcke'go).
3. Sitowie jeziorne — *Scirpus lacustris*; (z Rostafińskiego).
4. Grzybienie białe — *Nymphaea alba*; (z Karstena).

[1]) Skrót „p. r." przy nazwisku Lamperta wskazuje przekład rosyjski tego dzieła pod red. Chołodkowskiego i Kuzniecowa, który zawiera szereg rysunków, nie znajdujących się w oryginale.

wody burzliwej; przy brzegach nawietrznych, które stanowią środowisko o wodzie spokojnej, zespół organizmów znów jest odmienny.

Tak samo pod względem światła, idąc wzdłuż brzegu, możemy wyróżnić miejsca zacienione i pozbawione cienia; znaczne różnice co do stopnia naświetlenia wytwarzają się wówczas, gdy jezioro jest otoczone wysokim lasem, albo gdy brzegi są górzyste; wówczas możemy obserwować, porównywając miejsca otwarte z miejscami zacienionemi, wpływ światła na rozmieszczenie roślin wodnych.

Znacznym wahaniom ulega temperatura wody w strefie litoralnej. W lecie temperatura podnosi się tu do 30° C., w zimie opada prawie do punktu zamarzania. Brzegi, wystawione na działanie słońca (północne), wcześniej odmarzają, i przy nich rozpoczyna się na wiosnę rozwój organizmów już wtenczas, gdy inne części strefy litoralnej znajdują się jeszcze pod lodem.

Bardzo pomyślne warunki, w porównaniu z innemi strefami, mamy tu pod względem tlenu: z jednej strony dostarczają go w wielkiej ilości rośliny zielone, z drugiej strony ruch wody przy brzegu sprzyja rozpuszczaniu się tlenu atmosferycznego; z tego powodu tak w lecie, jak i w zimie nigdy nie odczuwa się tu braku tlenu dla oddychania, co sprzyja obfitemu rozwojowi organizmów zwierzęcych.

Na różnorodność warunków życia w strefie litoralnej składa się jeszcze rozmaity charakter dna. Dno bywa tu piaszczyste, kamieniste albo muliste. W niektórych jeziorach nagromadzają się przy brzegu osady wapienne, w innych znów wypadkach tworzą się złoża torfu. Wszystkie te rodzaje dna mogą występować w tem samem jeziorze, co powoduje wówczas znaczne zróżnicowanie strefy litoralnej.

Naogół możemy powiedzieć, że z trzech stref jeziora strefa litoralna jest najbardziej zróżnicowana; w strefach głębinowej oraz pelagicznej, jak zobaczymy, panują bardziej jednorodne warunki życia.

Rozmieszczenie roślinności w strefie litoralnej.

Różnice w głębokości oraz w ruchach wody przeszkadzają temu, ażeby różne gatunki roślin wodnych równomiernie rozwinęły się na całej przestrzeni strefy litoralnej; badając rozmieszczenie roślin w jeziorze, znajdujemy, że dla każdego gatunku istnieje krańcowa głębokość, poniżej której zwykle on już nie występuje.

Przy samym brzegu — na granicy między lądem a wodą — spotykamy rośliny błotne, jak np. strzałkę pospolitą (*Sagittaria sagittifolia*, rys. 19), żabieniec pospolity (*Alisma plantago*), łączeń baldaszkowy (*Butomus umbellatus*, Tab. I, 1), bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata*), jaskier wielki (*Ranunculus lingua*), turzyce (*Carex*) i t. d.

Nieco głębiej ciągnie się wzdłuż brzegu pas oczeretów, złożony z trzciny pospolitej (*Phragmites communis*, Tab. I.,2), sitowia jeziornego (*Scirpus lacustris*, Tab. I,2), pałki szerokolistnej (*Typha latifolia*), pałki wąskolistnej (*Typha angustifolia*) i innych. Sitowie jeziorne może rosnąć na większej głębokości, niż trzcina pospolita, i bardzo często pas oczeretów składa się z wyraźnych dwóch części: na stronie, zwróconej ku brzegowi, rośnie trzcina, na stronie zaś zwróconej do jeziora — sitowie.

Jeszcze głębiej pas oczeretów zastępują rośliny o liściach pływających na powierzchni wody. Tu rozściełają swe liście grzybienie białe (*Nymphaea alba*, Tab. I,4) i grążel żółty (*Nuphar luteum*). Towarzyszy im zwykle rdestnica pływająca (*Potamogeton natans*), czasem też rdest ziemnowodny (*Polygonum amphibium*, rys. 18).

Za tym pasem napotykamy rośliny już całkiem zanurzone w wodzie; jedynie kwiaty ich wystają na powierzchni; niektóre zaś, jak np. rogatek szorstki (*Ceratophyllum demersum*) i jezierza morska (*Najas marina*), nawet kwitną pod wodą. Tu rosną rozmaite gatunki rdestnic (*Potamogeton perfoliatus, Potamogeton lucens* i t. d.), wywłoczników (*Myriophyllum verticillatum, Myriophyllum spicatum*, Tab. II,2), rogatków (*Ceratophyllum demersum, Ceratophyllum submersum*); często tworzą się całe łąki podwodne, złożone z przęstki pospolitej (*Hippuris vulgaris*), z osoki aloesowatej (*Stratiotes aloides*, Tab. II,1), albo z moczarki kanadyjskiej (*Elodea canadensis*); tu się spotyka ciekawa mięsożerna roślina — pływacz pospolity (*Utricularia vulgaris*, rys. 16).

Rys. 15. Schemat rozmieszczenia roślinności w strefie litoralnej.



1. Pas roślin błotnych, 2. Pas oczeretów, 3. Pas roślin kwiatowych o liściach pływających, 4. Pas roślin kwiatowych o liściach zanurzonych, 5. Pas bezkwiatowych. (Według Kirchnera i Schrötera z Hentschela, zmieniony).

Wreszcie w najgłębszej części strefy litoralnej całkowicie znikają rośliny kwiatowe, i obficie się rozwijają bezkwiatowe ramienice (*Characeae*, Tab. II,3); czasem przyłącza się do nich jeszcze mech wodny (*Fontinalis antipyretica*, Tab. II,4). Dalej rozpoczyna się już strefa głębinowa.

Możemy więc wyróżnić w strefie litoralnej pięć następujących pasów (rys. 15):

1. Pas roślin błotnych.
2. „ oczeretów.
3. „ roślin kwiatowych o liściach pływających.
4. „ roślin kwiatowych o liściach zanurzonych.
5. „ bezkwiatowych *(Characeae)*.

Przystosowanie roślin do życia w wodzie.

Im na większej głębokości roślina występuje, tem więcej powinna być przystosowana do życia w wodzie. Tymczasem warunki życia w wodzie są zupełnie inne, niż na lądzie. Rośliny lądowe pobierają pokarm, z wyjątkiem węgla, z ziemi przy pomocy korzeni; rośliny wodne zewsząd są otoczone wodą, która może zawierać w stanie rozpuszczonym wszystkie związki mineralne, niezbędne do życia. Wobec tego korzeń, jako narząd do pobierania pokarmu, u roślin wodnych staje się zbyteczny i w wielu wypadkach służy jedynie jako narząd, zapomocą którego przytwierdzają się one do podłoża. Niektóre rośliny wodne nawet wcale nie zachowują związku z podłożem i swobodnie pływają w wodzie, jak np. żabiściek pływający *(Hydrocharis morsus ranae*, rys. 39) i różne gatunki rzęsy *(Lemna*, rys. 52); korzenie tych roślin są luźnie zawieszone w wodzie (u żabiścieka korzeń jest pokryty delikatnemi włoskami, w których można obserwować pod mikroskopem



Rys. 16. Pływacz pospolity *(Utricularia vulgaris)*; zmn. (z Potonié'go).

ruch protoplazmy); rogatek szorstki (*Ceratophyllum demersum*) i pływacz pospolity (*Utricularia vulgaris*, rys. 16) nawet wcale utraciły korzenie.

Z zanikiem korzeni funkcję ich u roślin wodnych poczynają pełnić liście; zapomocą ich rośliny pobierają związki mineralne bezpośrednio z wody. Gdy u roślin lądowych oskórek na liściach jest gruby i chroni je od utraty wody, u roślin wodnych napotykamy zwykle oskórek bardzo cienki, co ułatwia przechodzenie z wody do wnętrza rośliny związków odżywczych. Liście, jakby naśladując korzeń, u wielu gatunków są bardzo delikatnie postrzępione; np. u wywłoczników (*Myriophyllum*), u rogatków (*Ceratophyllum*), u pływacza (*Utricularia*); w ten sposób roślina zyskuje znacznie większą powierzchnię do wchłaniania gazów i soli z wody, zabezpieczając się jednocześnie przed działaniem wody falującej. A że woda daje roślinie dostateczne oparcie, tkanka mechaniczna staje się wobec tego zbyteczna i zanika. Sprawa parowania, tak istotna w życiu roślin na lądzie, w środowisku wodnem nie istnieje, i w związku z tem na liściach zanurzonych szparki się nie wykształcają; na liściach pływających (grążel, grzybienie) znajdują się one na górnej powierzchni, zwróconej do powietrza, gdy tymczasem u roślin lądowych bywa najwięcej szparek na stronie dolnej. Podobnież zanika u roślin wodnych tkanka przeprowadzająca.

Pod względem światła rośliny wodne znajdują się w gorszych warunkach, aniżeli lądowe; woda pochłania promienie świetlne, i tem się tłumaczy fakt, że często rośliny wodne wyglądają jakby wyblakłe. Komórki oskórka u roślin wodnych zwykle zawierają ciałka zieleni w przeciwstawieniu do roślin lądowych, których oskórek jest pozbawiony chlorofilu.

Chociaż w strefie litoralnej woda zawiera tlenu więcej, niż w innych strefach, jednak w środowisku wodnem wogóle rośliny znajdują go znacznie mniej, aniżeli w powietrzu; jeden litr powietrza zawiera 210 cm^3 tlenu, tymczasem w 1 litrze wody przy 20° C mamy tlenu tylko około 6 cm^3. Ta okoliczność zmusza rośliny do magazynowania tlenu, wytwarzającego się podczas przyswajania węgla. Tlen nagromadza się w liściach i w łodygach w rozległych przestrzeniach międzykomórkowych, które tworzą cały system komór i łączących je kanałów. Powstaje w ten sposób u roślin wodnych charakterystyczna tkanka, zwana aerenchymą (rys. 17), którą możemy wyróżnić na przekrojach łodygi sitowia lub rdestnicy nawet gołem okiem.



Rys. 17. Poprzeczny przekrój przez liść zamętnicy błotnej (*Zannichelia palustris*), pow.; na przekroju jest widoczna aerenchyma o rozległych przestrzeniach międzykomórkowych. (Według Schencka z Fittinga.)

Prądy i falowanie wody mało sprzyjają rozmnażaniu się roślin zapomocą nasion; ten sposób rozrodu odsuwa się u roślin wodnych na drugi plan, pozostawiając pole rozrodowi wegetatywnemu. Np. rzęsa (*Lemna*) i moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis*) kwitną u nas niezwykle rzadko; przytem moczarka kanadyjska wykształca jedynie żeńskie kwiaty (kwiaty męskie w Europie, poza Szkocją, nie są znane) i nie owocuje; roślina ta została przyniesiona do Europy w wieku ubiegłym z Ameryki i, rozradzając się wyłącznie zapomocą oderwanych gałązek i pąków, stała się u nas bardzo pospolita. Pływacz pospolity (*Utricularia vulgaris*)

i osoka aloesowata (*Stratiotes aloides*) rosną przy dnie i zwykle w okresach kwitnięcia wznoszą się na powierzchnię; jeśli zaś rosną na większej głębokości, to wówczas stale pozostają przy dnie, nigdy nie kwitną i rozradzają się w tym wypadku wyłącznie zapomocą pąków. Tak samo przęstka pospolita (*Hippuris vulgaris*) w wodach głębszych nie kwitnie. Trzcina (*Phragmites communis*) i sitowie jeziorne (*Scirpus lacustris*), rozradzając się zapomocą kłączy, wytwarzają rozległe i gęste zarośla; wogóle zwarte zarośla, złożone z jakiegoś jednego gatunku (rzęsa, moczarka, osoka etc.), powstają wskutek skłonności roślin wodnych do wegetatywnego rozmnażania się.

Wobec tego, że woda rzadko kiedy zamarza do samego dna, szereg gatunków spędza zimę w postaci całej rośliny. Napotykamy to u jaskrów, u rogatków i innych. U rzęsy przed zimą przestrzenie międzykomórkowe wypełniają się wodą, roślina z powierzchni opuszcza się na dno i tam zimuje. Moczarka i rdestnica wytwarzają przed zimą pędy skrócone. Żabiściek pospolity (*Hydrocharis morsus ranae*) zimuje w postaci pąków. Strzałka wodna (*Sagittaria sagittifolia*) wytwarza na wydłużonych pędach bulwki, które przed zimą zakopują się w piasku lub mule; u trzciny, sitowia, grzybienia i grążela spotykamy grube i rozgałęzione kłącza, z których na wiosnę wyrastają nowe pędy.

Ciekawy tryb życia prowadzi pływacz (*Utricularia vulgaris*, rys. 16). Zimuje on w postaci małych pąków, które opadają na dno. Na wiosnę z takiego pąka wykształca się roślina o postrzępionych liściach z drobnemi pęcherzykami; każdy pęcherzyk posiada otwór, przykryty błoną; przez te otworki mogą przenikać do wnętrza pęcherzyków drobne zwierzęta, lecz błona u wejścia uniemożliwia im odwrót; uwięzione giną, i sokami ich żywi

Tab. II. ROŚLINY.









1. Osoka aloesowata — *Stratiotes aloides*; (z Lamperta p. r.). 2. Wywłocznik kłosowy — *Myriophyllum spicatum;* (z Fedczenki i Florowa). 3. Ramienica krucha — *Chara frogilis;* (z Schencka). 4. Mech wodny — *Fontinalis antipyretica;* (z Lamperta p.r.).

się pływacz (mięsożerność). W lecie pęcherzyki wypełniają się gazami, i pływacz, który, jak mówiliśmy, nie posiada korzeni, unosi się z dna na powierzchnię wody; tu na długiej szypułce w powietrzu rozwijają się żółte kwiaty, zapylane przez owady.

Rośliny ziemnowodne. Niektóre rośliny wodne mogą jednak rosnąć i na lądzie. Posiadają one budowę nadzwyczaj plastyczną i zależnie od środowiska mogą się wykształcać całkiem odmiennie. Nazywamy je roślinami ziemnowodnemi czyli amfibiotycznemi.



Rys. 18. Rdest ziemnowodny *Polygonum amphibium*. Zmn. (z Rostafińskiego).

Rdest ziemnowodny (*Polygonum amphibium*, rys. 18.), gdy rośnie w wodzie, wówczas posiada pęd nagi, nieuwłosiony, i eliptyczne liście, ułożone w górnej części łodygi, są pływające, w nasadzie nieco sercowate, o dość długich ogonkach (forma *natans*). Lecz jeżeli nawet ta sama roślina w jakiśkolwiek sposób znajdzie się poza wodą, wówczas z kłącza wyrastają nowe pędy, okryte na całej swej długości znacznie węższemi liśćmi, kształtu lancetowatego, i prawie pozbawionemi ogonka; liście i łodyga takiej rośliny są okryte włoskami i wydzielają kleistą ciecz, która przypuszczalnie chroni kwiat od pełzających na lądzie owadów (forma *terrestre*). Przy samym brzegu można czasem napotkać postać pośrednią pomiędzy formami *natans* a *terrestre*; u dołu posiada ona liście pływające o długich ogonkach, jak u f. *natans*, u góry — liście powietrzne o krótkich ogonkach, jak u f. *terrestre*; jest to forma *decumbens*.

Strzałka wodna *(Sagittaria sagittifolia*, rys. 19) w miejscach głębszych wytwarza jedynie liście wstęgowate podwodne (forma *vallisneriifolia*); w wodzie mniej głębokiej obok liści zanurzonych tworzą się liście pływające kształtu jajowatego z ogonkiem (forma *natans*), w miejscach całkiem płytkich strzałka, oprócz liści zanurzonych i pływających, posiada jeszcze — nadwodne, sterczące do góry, długoogonkowe, strzałkowate; jest to forma typowa (forma *typica*). Nakoniec strzałka wodna może rosnąć na lądzie; wówczas posiada ona liście strzałkowate oraz bardzo nieliczne i krótkie liście wstęgowate (forma *terrestris*).



Rys. 19. Strzałka wodna — *Sagittaria sagittifolia*. Zmn. (z Lamperta p. r.).

W podobny sposób mogą rosnąć na lądzie jaskry wodne, wywłoczniki, przęstka pospolita etc. Nawet lilje wodne (grzybienie) czasami trafiają się na lądzie.

Zarastanie jeziora.

Pewne rośliny wodne mogą zatem rosnąć i na lądzie, jednak właściwem ich środowiskiem jest woda. Do środowiska wodnego są one najwięcej przystosowane i w niem najobficiej się rozmnażają.

Intensywny rozród — przytem przeważnie wegetatywny — zmusza rośliny z każdego z powyżej rozpatrzonych pasów do zdobywania nowych terenów. Narazie to rozpowszechnianie się odbywa się wzdłuż brzegów, i z biegiem czasu powstają w strefie litoralnej kocentryczne pa-

sy roślinności wodnej. Często już przy pierwszem spojrzeniu widzimy, że jezioro dokoła porasta trzciną, dalej ku wnętrzu ciągnie się zwarty pas sitowia, przylegającą zaś ku niemu powierzchnię wody wyściełają liście grążeli i grzybieni. Lecz z chwilą, gdy cały obszar wzdłuż brzegu staje się pokryty roślinnością, ekspansja ta powinna teraz przyjąć inny kierunek. Mówiliśmy już, że jezioro, wskutek nagromadzania się na dnie mułu, stopniowo zatraca swą głębokość; otóż w miarę wypłycania się jeziora, coprawda bardzo powolnie, lecz zato stale, osiedlają się rośliny coraz dalej od brzegu i bliżej ku środkowi jeziora; przez to strefa litoralna się rozszerza. Rozmnażanie się roślin wciąż trwa, ich szczątki obumarłe, nagromadzając się z roku na rok, przyśpieszają wypłycanie się jeziora, i dochodzi do tego, że dno na całej swej przestrzeni staje się pokryte roślinnością wodną. Z tą chwilą jezioro staje się stawem naturalnym.

Równomiernie z tem, jak łąki podwodne, złożone z ramiennicy i zanurzonych roślin kwiatowych, przesuwają się ku środkowi jeziora, wślad za niemi posuwają się też i inne pasy: lilje wodne rozściełają swe liście coraz dalej od brzegu; oczerety jak mur nasuwają się na jezioro coraz bliżej ku środkowi. Tymczasem przy całkiem już wypłyconym brzegu rozwija się roślinność błotna, jak turzyce *(Carex)* i inne, a za nią pierwsze krzewy i drzewa w postaci wierzby *(Salix)* i olszy *(Alnus)*. Dwa te procesy, zarastanie pośrodku i zabłacanie przy brzegu powodują całkowity zanik jeziora.

W jeziorach humusowych zarastanie odbywa się przy wybitnym współudziale mchu — torfowca (*Sphagnum*). Narazie pokrywa on wodę, tworząc małe wysepki, następnie powstają na powierzchni jeziora zwarte jego kobierce, uginające się pod nogami. Takie trzęsawisko

porasta turzycą (*Carex*), żórawiną (*Oxycoccos*), rosiczkami (*Drosera*) i innemi, a pod koniec osiedla się tu brzoza i sosna.

Fauna zarośli oczeretów.

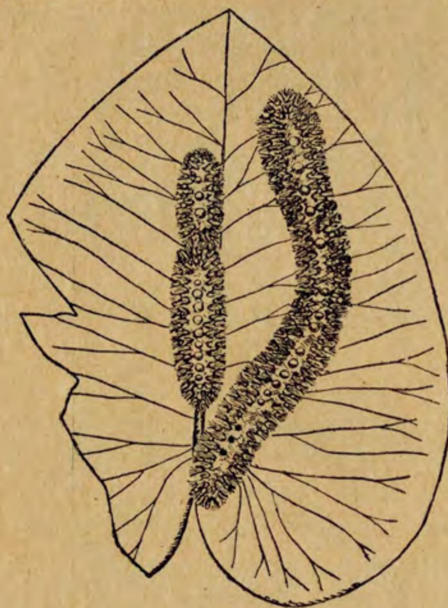
Gęste zarośla trzciny i sitowia łagodzą falowanie, dzięki czemu woda pośród nich jest naogół spokojna. Sprzyja to znacznemu ogrzewaniu się jej w okresie letnim. Obfitość roślinnego pokarmu — szczególnie w postaci gnijących szczątków na dnie — wytwarza nader pomyślne warunki dla zwierząt roślinożernych; kosztem tych rozwijają się znów w wielkiej ilości zwierzęta drapieżne. Wszystko to, razem wzięte, tłumaczy nam bogactwo fauny w zaroślach oczeretów tak pod względem składu gatunkowego, jak i ilości osobników poszczególnych gatunków.



Rys. 20. Jętka jednodniówka — *Ephemera vulgata* (z Schuriga).

Napotykamy tu przedstawicieli najrozmaitszych typów i gromad zwierzęcych; między innemi wiele owadów, unoszących się w stanie dorosłym nad wodą, spędza tu swój wiek młodociany w postaci larw i poczwarek; pędy trzciny i sitowia, wystające nad wodą, ułatwiają im w okresach wylęgania się przejście do powietrza (rys. 20).

W wodzie między oczeretami żyją zwierzęta pływające (wrotki, skorupiaki, wodopójki, pluskwiaki, chrząszcze, ryby); na powierzchni dna i roślin gromadzą się formy pełzające (larwy chróścików i ważek, rys. 23; mięczaki); na łodygach napotykamy postaci czepne (pijawki) i osiadłe (gąbki i mszywioły); wewnątrz łodyg wygryzają korytarze larwy owadów minujących; muł jest wypełniony przez zwierzęta ryjące (*Tubifex*, rys. 28, *Chironomus*, rys. 32).

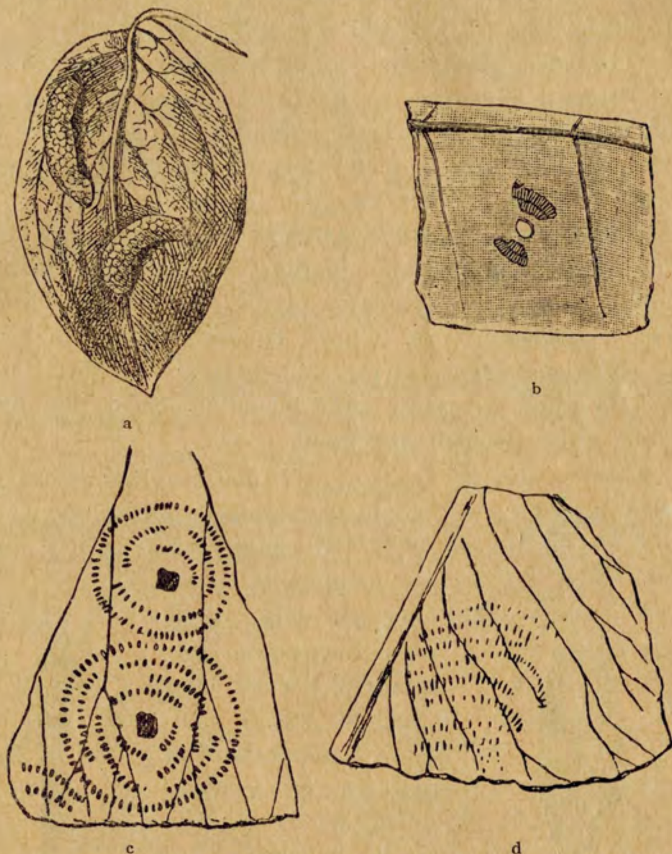


Rys. 21. Mszywioł — *Cristatella mucedo* na liściu grążela; zmn. (Według Wesenberg Lunda z Krzysika.)

Wśród oczeretów często czatują na swą zdobycz okoń i szczupak, i stosownie do otoczenia ryby te posiadają zabarwienie ochronne.

Zaciszna, ciepła, obfita w rośliny i z dnem zamulonem woda zarośli oczeretów przedstawia środowisko, wysoce zbliżone

do wód stawowych, i fauna oczeretów składa się przeważnie z gatunków właściwych stawom.



Rys. 22. Jaja błotniarki i owadów na pływających liściach. a — jaja błotniarki — *Limnaea stagnalis* (według Martensa z Geyera); b — jaja chrząszcza — *Donacia crassipes* (według Vosselera z Lamperta); c — jaja ważki z rodzaju *Agrion* (z Lipina); d — jaja ważki z rodzaju *Gomphus* (z Lipina);

Fauna zarośli o liściach pływających.

Zarośla grążeli i grzybieni, do których często się przyłącza jeszcze rdestnica pływająca (*Potamogeton natans*) i rdest ziemnowodny

(*Polygonum amphibium*), są znacznie biedniejsze pod względem składu fauny. Jako środowisko, stanowią one przejście pomiędzy wodą zaciszną a otwartem jeziorem.

Odwracając liście pływające, znajdujemy na ich spodniej stronie formy osiadłe (mszywioły, rys. 21), czepne (pijawki) i pełzające (mięczaki). Nawet mikroskopijne skorupiaki, pływające pod liśćmi, posiadają narządy czepne (wioślarka *Sida crystallina*, Tab. X, 5). Same liście nieraz są nadgryzione przez minujące larwy owadów dwuskrzydłych. Spodnia strona liści stanowi ulubione miejsce do składania jaj przez ważki, wodopójki, pijawki i mięczaki (rys. 22); tu również składa jaja złocisty chrząszcz *Donacia* (rys. 22), który w postaci larwy żyje przy dnie, w stanie zaś dorosłym często się trafia na kwiatach i liściach grzybieni.

Fauna zarośli o liściach zanurzonych.

Jeszcze biedniejsza jest fauna łąk podwodnych. Warunki życia wśród gęsto przeplecionych roślin nie sprzyjają większym zwierzętom pełzającym, i w związku z tem pozostaje drobność napotykanych tu form. Szczególnie rzuca się to w oczy, jeżeli będziemy porównywali napotkane tu larwy owadów z dużemi larwami, żyjącemi w zaroślach oczeretów (rys. 23 i 24). Obfitość światła i brak cienia na zielonych kobiercach łąk pod-



Rys. 23. Larwa ważki *Anax*; żyje w zaroślach oczeretów; nieco pow. (z Lamperta p. r.).



Rys. 24. Larwa ważki *Agrion*; żyje w zaroślach o liściach zanurzonych; nieco pow. (z Lamperta p. r.).

wodnych powodują u zwierząt tu żyjących powstanie **zabarwienia ochronnego**. Larwy owadów, wodopójki i mięczaki, napotykane w zaroślach o liściach zanurzonych, często posiadają zabarwienie zielone.

Na postrzępionych liściach i gałązkach roślin zanurzonych obficie rozwijają się mikroskopijne glony i pierwotniaki, pokrywając je pilśniowym nalotem. Stanowią one główny pokarm nieco większych zwierząt; temi zaś żywią się stadka młodych rybek (ukleja), unoszące się nad łąkami podwodnemi.

Fauna wód niezarosłych.

Przy brzegach podwietrznych, gdzie falowanie jest znaczne, ławica przybrzeżna nie zarasta i pozostaje kamienista albo piaszczysta.

Odmienny charakter podłoża, ubóstwo roślinności i burzliwość wody wytwarzają w takich miejscach faunę całkiem odrębną. Naogół jest ona bardzo biedna. Zwierzęta, chroniąc się od niszczącego działania fal, skupiają się przeważnie pod kamieniami (pijawki, larwy owadów). Na piasku znajdujemy tu charakterystyczne formy **spłaszczone** (larwa ważki *Gomphus vulgatissimus*, rys. 25, i chróściska *Molanna angustata*, rys. 26), które zabezpieczają się



Rys. 25. Larwa ważki *Gomphus vlugatissimus*; wielk. nat.; żyje na dnie piaszczystem w wodach niezarosłych.

a



b



Rys. 26. Domek larwy chróścika *Molanna angustiata*; wielk. nat. a) od strony grzbietowej, b) od strony bruszznej.

(Według Wesenberg-Lunda.)

od porwania przez falującą wodę, przylegając płaskiem ciałem do dna. Jako przystosowanie do życia na dnie piaszczystem, napotykamy u rybki kózki *Cobitis taenia* i u różnych owadów żółto-szare zabarwienie (ochronne).

W wodach niezarosłych strefy litoralnej występują pewne gatunki (naprz. mięczak *Ancylus fluviatilis*, Tab. VI.3) i *Neritina fluviatilis*, rys. 94) właściwe wodom bieżącym.

2. STREFA GŁĘBINOWA.

Odrębność warunków życia w strefie głębinowej.

Poniżej strefy litoralnej rozpościera się po stokach misy i po zagłębiu śródjeziornem strefa głębinowa. Na tej głębokości, gdzie znikają krzewiące się rośliny wodne, znajduje się granica pomiędzy dwiema strefami. W niektórych jeziorach jest ona zaznaczona jeszcze wąskim pasem pustych muszli pochodzących ze strefy litoralnej.

W naszych jeziorach strefa głębinowa rozpoczyna się na głębokości mniej więcej 8—10 metrów.

Warunki życia są tu całkiem odmienne. Przedewszystkiem panuje przy dnie bez przerwy prawie zupełna ciemność. Z tego wynika, że większe rośliny chlorofilowe, nie znajdując w wystarczającej ilości światła, wcale nie występują w strefie głębinowej. Dla braku zaś pokarmu roślinnego nie mogą tu żyć również i zwierzęta roślinożerne.

Następnie temperatura w strefie głębinowej w ciągu roku stale pozostaje bardzo niska i może tylko nieznacznie się wahać dokoła + 4° C. Z tego powodu organizmy, wymagające środowiska cieplejszego, są wyłączone ze strefy głębinowej.

Dalej wyłączony tu jest wpływ falowania na życie organizmów. Strefa głębinowa, jako środowisko, wyróżnia się od stref litoralnej i pelagicznej swą zacisznością. Jedynie prądy konweksyjne i wirowe docierają do dna.

Prawie absolutna ciemność, stała niska temperatura i zaciszność wody wytwarzają niezwykle jednorodne warunki życia w strefie głębinowej. Dodamy jeszcze, że dno na całej swej przestrzeni jest wysłane delikatnym mułem; niema tu stałego podłoża (w postaci kamieni, zanurzonych gałęzi etc), do którego mogłyby się przytwierdzać zwierzęta osiadłe (gąbki, mszywioły) lub o narządach czepnych.

Pod względem tlenu, jak wspomniano, w strefie głębinowej spotykamy dwojakie stosunki. W jeziorach typu podalpejskiego w ciągu całego roku woda przy dnie pozostaje bogata w tlen, w innych jeziorach ilość rozpuszczonego tlenu w wodzie głębinowej w okresach stagnacji (w lecie i w zimie) znacznie maleje. W naszych więc jeziorach, należących przeważnie do typu bałtyckiego, mogą osiedlać się jedynie takie organizmy, które są przystosowane do życia w wodzie ubogiej w tlen.

Flora strefy głębinowej.

Ciemność w strefie głębinowej powoduje zupełną nieobecność roślin kwiatowych. Wogóle z roślin zielonych występują w strefie głębinowej jedynie takie, które mogą asymilować węgiel przy znikomych ilościach światła. Z drugiej strony brak światła przy dnie sprzyja wegetacji mikroskopijnych grzybów i bakteryj.



Rys. 27. Okrzemka *Campylodiscus*; zn. pow. (z Scheffelta).

Z pośród glonów występują w strefie głębinowej jednokomórkowe zielenice, okrzemki (rys. 27) i sinice. Rozwijając się masowo, wytwarzają one czasami na powierzchni mułu zwartą pilśniową pokrywę.

Obecność w strefie głębinowej asymilujących glonów dowodzi jednak, że o absolutnej ciemności na dnie nie może być mowy.

Fauna strefy głębinowej. W faunie głębinowej uderzające jest ubóstwo gatunkowe w porównaniu z innemi strefami. Widocznie do wyspecjalizowanych warunków życia na dnie mogli się przystosować jedynie nieliczni przedstawiciele świata zwierzęcego. Zato, nie znajdując tu współzawodników, poszczególne gatunki występują w strefie głębinowej w ogromnej ilości osobników. Skrajne ubóstwo gatunkowe idzie w parze z niezwykłą obfitością osobników.

Z pośród robaków żyją w mule drobne gatunki nicieni. Z pierścienic masowo się rozwija skąposzczet *Tubifex tubifex* (rys. 28) oraz pokrewne gatunki.



Rys. 28. Skąposzczet *Tubifex tubifex*; nieco pow. (z Germaina).

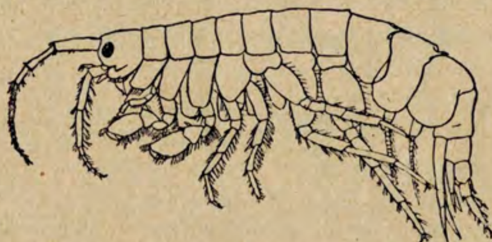
Tubifex tubifex czasami występuje w ilości 3—4 tysięcy osobników na jednym metrze kwadratowym powierzchni dna. Swym rozszerzonym przednim końcem tkwi on w mule, tylny zaś koniec wystaje w wodzie. Pożerając głębsze warstwy mułu, *Tubifex* wydala na powierzchnię dna masy odchodowe. Obliczono, że skąposzczety te w ciągu roku wydalają na 1 m^2 do 12 kg ekskrementów (w stanie suchym). Wynika stąd doniosła rola skąposzczetów w procesie rozkładu mułu jeziornego (porówn. z dżdżownicą na lądzie).

Z pośród mięczaków w mule głębinowym żyją groszkówki (*Pisidium*, rys. 29). Ze stawonogów występują tu w znacznej ilości osobników pewne skorupiaki i larwy owadów.

Ośliczkę wodną (*Asellus aquaticus*, rys. 99) spotykano w jeziorach na głębokości nawet powyżej 100 m. W głębokich jeziorach występuje ośliczka, pozbawiona oczu (*Asellus cavaticus*). Ze skorupiaków obunogich u nas w jeziorze Wigry znaleziono *Pallasea quadrispinosa* (rys. 30),



Rys. 29. Groszkówka *Pisidium*; pow. (z Willera).



Rys. 30. Skorupiak *Pallasea quadrispinosa*; pow. (według Keilhacka).

która uważana jest za zabytek polodowcowy; w zimnych wodach strefy przydennej gatunek ten z epoki lodowcowej przechował się do naszych czasów.

Z larw owadzich występują tu w ogromnej ilości larwy dwuskrzydłych z grupy *Chironomidae* (rys. 31 i 32) i czasami larwa *Corethra plumicornis* (rys. 33). Larwy *Chironomidae* żywią się przeważnie martwemi szczątkami organizmów, osiadającemi na dnie ze strefy pelagicznej, i razem ze skąposzczetami przyczyniają się do szybszego rozkładu mułu.

Larwy dwuskrzydłych, jako wskaźniki tlenu.

Naogół można powiedzieć, że fauna głębinowa pochodzi ze strefy litoralnej. Lecz osiedlać się w strefie głębinowej mogą jedynie te zwierzęta, których życie nie jest bezpośrednio związane z krzewiącemi się roślinami; jest to decydujący moment

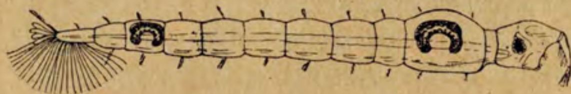
dla jezior podalpejskich. Dla jezior zaś bałtyckich wchodzi w grę jeszcze drugi ważny moment, mianowicie ubóstwo tlenu przy dnie: zwierzę, przechodząc ze strefy litoralnej do strefy głębinowej, prócz braku pokarmu roślinnego, spotyka się tu jeszcze ze znacznie mniejszą ilością tlenu. W związku z tem ze strefy głębinowej jezior podalpejskich są wyłączone zwierzęta roślinożerne; w jeziorach zaś bałtyckich — tak roślinożerne, jak i wymagające większych ilości tlenu; tem się tłumaczy fakt, że w jeziorach podalpejskich przy dnie żyje znacznie więcej gatunków zwierząt, aniżeli w jeziorach bałtyckich.



Rys. 31. Larwa *Tanytarsus*; pow. (Według Lenza z Gamsa.)



Rys. 32. Larwa *Chironomus*, pow. (Według Lenza z Gamsa.)



Rys. 33. Larwa *Corethra plumicornis*; pow. (Według Hentschela.)

Obrazowo można powiedzieć, że odrębne warunki życia w strefie głębinowej stanowią jakby sito, przez które mogą przejść ze strefy litoralnej tylko nieliczne gatunki zwierząt; przytem sito to byłoby rzadsze w jeziorach podalpejskich (fauna głębinowa wobec tego jakościowo jest bogatsza) i gęstsze w jeziorach bałtyckich (fauna głębinowa wobec tego jakościowo jest biedniejsza).

Szczególnie ostro zaznacza się różnica między środowiskiem bogatem a ubogiem w tlen na przykładzie występowania larw owadów dwuskrzydłych. Chociaż larwy *Chironomidae* występują we wszystkich jeziorach, jednak w swem rozsiedleniu są one podzielone w ten sposób, że w środowisku bogatem w tlen występuje przeważnie rodzaj *Tanytarsus* (rys. 31), w środowisku zaś ubogiem w tlen — rodzaj *Chironomus* (rys. 32). Wobec tego w jeziorach podalpejskich faunę dwuskrzydłych reprezentują larwy *Tanytarsus*, w jeziorach bałtyckich i humusowych — larwy *Chironomus*.

Larwy *Corethra plumicornis* (rys. 33) występują wyłącznie w jeziorach o strefie głębinowej ubogiej w tlen; jeziora podalpejskie charakteryzują się jej nieobecnością.

Głębinowe ryby łososiowate.

Z drugiej strony głębinowe ryby łososiowate wymagają środowiska bogatego w tlen i z tego powodu występują wyłącznie w jeziorach podalpejskich. Zgóry więc można powiedzieć, że w jeziorach, gdzie fauna głębinowa jest reprezentowana przez *Corethra plumicornis* i rodzaj *Chironomus*, wyłączone jest występowanie głębinowych ryb łososiowatych.

Omówione stosunki są zaznaczone na poniższym schemacie.

Skład fauny głębinowej w trzech typach jezior.

JEZIORA PODALPEJSKIE	JEZIORA BAŁTYCKIE	JEZIORA HUMUSOWE
Larwy z rodzaju *Tanytarsus*	Larwy z rodzaju *Chironomus*	
Występują głębinowe ryby łososiowate	Głębinowe ryby łosiowate nie występują	
Niema *Corethra plumicornis*	Jest *Corethra plumicornis*	

Ogólna wydajność dna.

Wiele ryb, jak np. leszcz (*Abrambis rama*) sieja (*Coregonus lavaretus*), jazgarz (*Acerina cernua*) i inne, żywi się przeważnie zwierzętami, żyjącemi w mule albo przy dnie. Wobec tego staje się prawdopodobne przypuszczenie, że powinien istnieć pewien związek pomiędzy ilością zwierząt, zamieszkujących dno jakiegoś jeziora, a produkcją rybną tegoż jeziora.

Pobierając z dna zapomocą chwytacza Ekmana (rys. 9) skrawek mułu o określonej powierzchni, można obliczyć, ile organizmów zwierzęcych na nią przypada. W bałtyckich jeziorach o wysokiej wydajności dna napotykano na 1 m^2 do 8,000 osobników samych tylko skąposzczetów i larw *Chironomidae*; w jeziorach humusowych wydajność dna jest nikła, i na 1 m^2 przypada tylko 10—20 osobników zwierzęcych.

Następnie można obliczyć wagową wydajność dna na 1 hektar powierzchni. Dla jezior Szwecji znaleziono, że na 1 ha dna wydajność może wynosić od 1 do 200 kg (w stanie wilgotnym). Z temi liczbami można porównywać produkcję rybną jeziora, przerachowaną również na 1 ha powierzchni.

Tak pod względem teoretycznym, jak i dla praktyki rybackiej wiele obiecujące badania w tym kierunku dopiero w ostatnich czasach zapoczątkowano.

3. STREFA PELAGICZNA.

Warunki życia w strefie pelagicznej.

Środkowa część jeziora, otoczona dokoła strefą litoralną i spoczywająca na strefie głębinowej, stanowi strefę pelagiczną. Charakterystyczną cechą tego środowiska jest brak stałych punktów oparcia, do których żyjące tu organizmy mogłyby się przy-

twierdzić. Dopóki jakiś organizm pozostaje w strefie pelagicznej, dopóty jest on zmuszony unosić się bez przerwy w wodzie.

W związku z powyższem jest druga charakterystyczna cecha tej strefy, mianowicie brak takich miejsc, gdzieby zwierzęta mogły się schronić przed wrogami. Brak ukrycia naraża zwierzęta na nieustanne niebezpieczeństwo, i jako pewne wyrównanie wynikającej stąd niekorzyści, obserwujemy u zwierząt pelagicznych dążność do zabarwienia ochronnego.

Pod względem światła warunki życia w strefie pelagicznej są niejednakowe, zależnie od głębokości. Gdy w warstwach dolnych — tak samo, jak w strefie głębinowej — bez przerwy panuje ciemność, w warstwach górnych organizmy są wystawione na działanie promieni słonecznych.

To samo należy powiedzieć i o falowaniu: przy powierzchni organizmy są narażone na niszczące działanie fal, gdy tymczasem w warstwach głębszych woda pozostaje bez znaczniejszego ruchu.

Temperatura wody na powierzchni ulega w ciągu roku znacznym wahaniom, w naszych jeziorach w granicach od 0° do + 30° C. W miarę głębokości roczne wahania temperatury stają się coraz mniejsze, i w warstwach głębszych temperatura wody prawie się nie zmienia, pozostając wciąż zbliżoną do + 4° C.

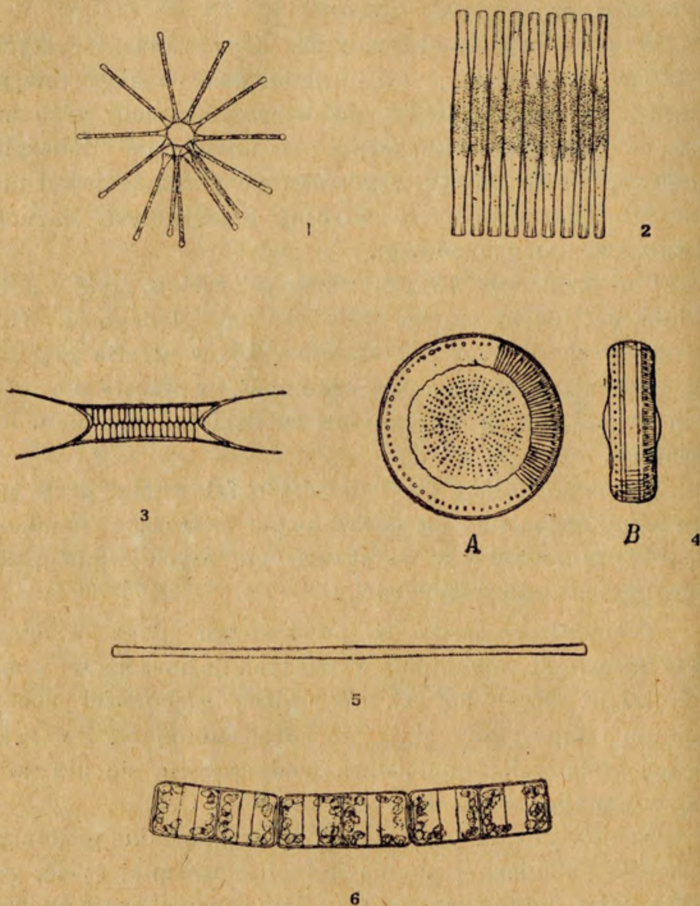
Naogół można powiedzieć, że w kierunku poziomym w strefie pelagicznej panują jednolite warunki życia, gdy w kierunku pionowym strefa pelagiczna wykazuje znaczne różnice.

Nekton i plankton.

Organizmy, zamieszkujące strefę pelagiczną, dadzą się podzielić na dwie grupy.

Z jednej strony mamy tu większe organizmy w po-

Tab. III. O K R Z E M K I.



1. *Asterionella gracillima* (z Wilhelmi'ego). 2. *Fragilaria crotonensis* (z Wilhelmi'ego). 3. *Atheya Zachariasi* (z Lamperta p. r.). 4. *Cyclotella compta* A i B (z Lamperta, p. r.). 5. *Synedra acus* (z Seligo). 6. *Melosira varians* (z Wilhelmi'ego).

stuci ryb, które dzięki swym silnym narządom ruchu mogą pływać we wszystkich kierunkach całkiem niezależnie od prądów w wodzie. Z drugiej strony, w strefie pelagicznej żyje mnóstwo drobnoustrojów tak roślinnych, jak i zwierzęcych, których ruchy, z powodu mikroskopijnych wymiarów samych organizmów, są uzależnione w wysokim stopniu od prądów wodnych.

Wszystkie większe organizmy strefy pelagicznej, aktywnie pływające, ujmujemy w zbiorową nazwę — n e k t o n u, któremu przeciwstawiamy drobnoustroje, pasywnie bujające w wodzie, nadając im nazwę—p l a n k t o n u.

Organizmy roślinne, wchodzące w skład **Fitoplankton.** planktonu, noszą nazwę f i t o p l a n k t o n u. Fitoplankton składa się przeważnie z glonów, poza tem z bakteryj.

Najważniejsze grupy glonów, jakie spotykamy w fitoplanktonie jeziornym, są następujące:

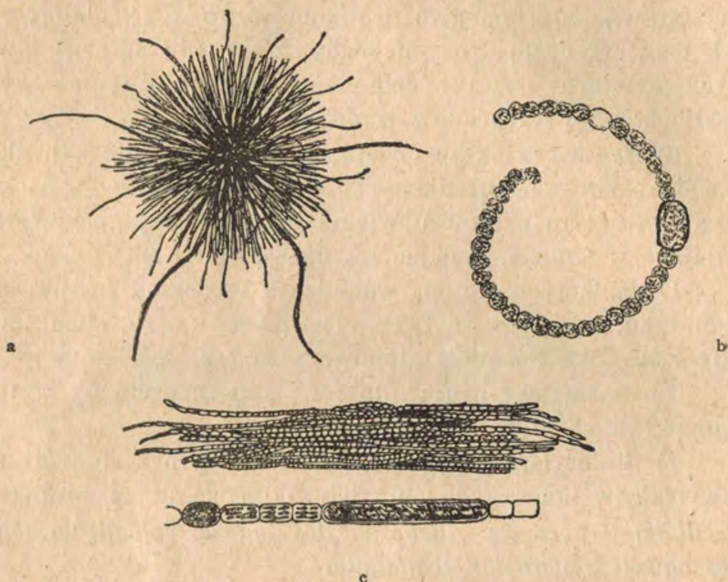
1) Sinice (*Cyanophyceae*, rys. 34), oprócz chlorofilu, zawierają w komórkach siny barwik; pospolitsze gatunki: *Oscillatoria rubescens, Anabaena flos aquae, Aphanizomenon flos aquae, Gloiotrichia echinulata*.

2) Okrzemki (*Diatomeae*, Tab. III) są to jednokomórkowe glony, których ciało jest otoczone twardą błoną, przepojoną krzemionką. Obok chlorofilu posiadają one żółty barwik. Przykłady: *Asterionella gracillima*, Tab. III,1), *Fragilaria crotonensis* (Tab. III,2), *Synedra acus* (Tab. III,5) *Attheya Zachariasi* (Tab. III,3), *Cyclotella* (Tab. III,4).

3) Wiciowce *(Flagellatae)*, prócz chlorofilu, często posiadają jeszcze barwik brunatny; komórki są zaopatrzone w jedną lub więcej wici; rozradzają się przeważnie w sposób bezpłciowy. Gatunki: *Euglena viridis* (rys. 53), *Dinobryon* (rys. 56), *Ceratium hirundinella* (rys. 58).

4) Zielenice (*Chlorophyceae*) posiadają przeważnie czyste, zielone zabarwienie, bez domieszki innych barwników;

rozradzają się tak bezpłciowo, jak i w sposób płciowy. Przykłady: *Volvox* (rys. 54), *Eudorina elegans* (rys. 55a), *Pandorina morum* (rys. 55b [1]).



Rys. 34. Sinice (*Cyanophyceae*); zn. pow.
a—*Gloiotrichia echinulata* (z Schuriga), b—*Anabaena flos aquae* (z Seligo), c—*Aphanizomenon flos aquae* (z Lamperta p. r.).

Zooplankton. Wszystkie organizmy zwierzęce, wchodzące w skład planktonu, stanowią zooplankton. Najznaczniejszą część zooplanktonu tworzą skorupiaki i wrotki. Następnie należą tu pierwotniaki, nieliczne gatunki wodopójek, larwa owadu *Corethra plumicornis* (rys. 33) i larwa mięczaka *Dreissensia polymorpha* (rys. 38).

[1]) Wiciowce i zielenice, posiadające narządy ruchu w postaci wici, mogą być również traktowane i jako zwierzęta (*Protozoa*); z tego powodu przytaczamy pewne gatunki tych organizmów w przeglądzie systematycznym fauny.

Charakterystyczną cechą zwierząt planktycznych jest ich niezwykła przezroczystość. Jak dalece może ona sięgać, o tem najwymowniej świadczy fakt, że stosunkowo duża (10 mm) wioślarka planktyczna — *Leptodora kindtii* (Tab. X, 2), umieszczona w szklanem naczyniu w wodzie pozostaje całkiem niewidoczna dla niewprawnego oka. Dzięki swej przezroczystości zwierzęta planktyczne unikają zgubnego działania promieni słonecznych, a poza tem możliwe, że mamy tu do czynienia z przystosowaniem, chroniącem je od wrogów.

Ze skorupiaków w strefie pelagicznej żyją różne gatunki widłonogów (*Cyclops*, Tab. IX, 2; *Diaptomus*, Tab. IX, 1) i wioślarek (*Daphnia cucullata*, Tab. X, 8; *Diaphanosoma brachyurum*, Tab. X, 6; *Bosmina longispina*, Tab. X, 10 *Leptodora kindtii*, Tab. X, 2; *Bythotrephes longimanus*, Tab. X, 1).

Z wrotków najczęściej spotykają się tu: *Conochilus* (Tab. VIII, 5), *Asplanchna* (Tab. VIII, 4), *Polyarthra platyptera* (rys. 36a), *Triarthra longiseta* (rys. 36b), *Notholca longispina* (rys. 36c), *Anuraea aculeata* rys. 36d), *Anuraea cochlearis* (rys. 36e).

Przystosowania planktonu do bujania w wodzie.

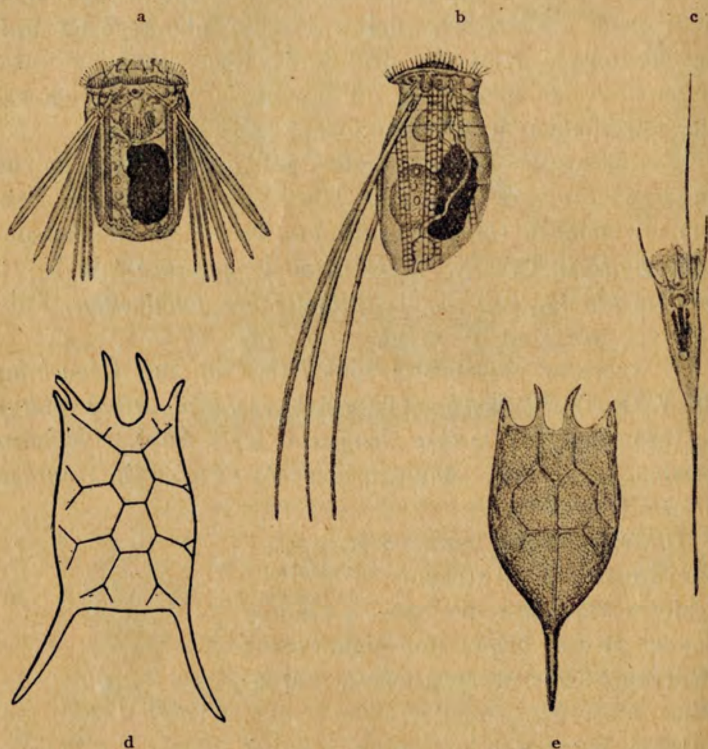
Dlatego, ażeby bez zbytecznej straty energji utrzymywać się w wodzie i nie opuszczać się na dno, organizmy planktyczne wytworzyły charakterystyczne urządzenia.



Rys. 35. Korzenionóżka *Difflugia hydrostatica;* zn. pow. (Według Zachariasa ze Steuera.)

U planktycznych korzenionóżek, jak *Arcella vulgaris* (rys. 61) i *Difflugia hydrostatica* (rys. 35), pod skorupką wewnątrz protoplazmy znajdują się pęcherzyki gazów, które ułatwiają im utrzymywanie się w wodzie na stałej

wysokości. U widłonogów (*Copepoda*) wytwarzają się w tkankach krople tłuszczu, co również zmniejsza ciężar gatunkowy ich ciała. U planktycznych glonów produkty asymilacji nagromadzają się nie w postaci skrobi, jak u roślin lądowych, lecz w postaci znacznie lżejszych kropelek tłuszczu.



Rys. 36. Planktyczne wrotki *(Rotatoria)*; zn. pow.
a — *Polyarthra platyptera* (według W e b e r a). b — *Triarthra longiseta* (według W e b e r a); c — *Notholca longispina* (według W e b e r a); d — *Anuraea aculeata* (według K r ä t z s c h m a r a); e — *Anuraea cochlearis* (według L a u t e r b o r n a).
(Z B r a u e r a.)

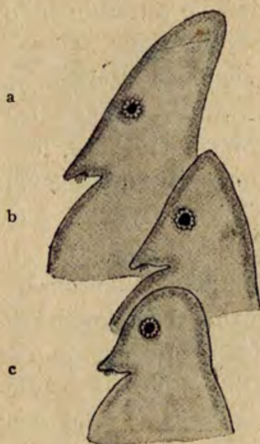
Obok dążności do zmniejszenia ciężaru gatunkowego ciała spotykamy u organizmów planktycznych jeszcze urządzenia spadochronowe, zabezpieczające je przed szybkiem opuszczaniem się na dno. Znany jest z fizyki fakt, że z kilku ciał o jednakowym ciężarze, lecz o różnych powierzchniach, ciało o powierzchni największej opuszcza się w wodzie najpowolniej, i że najszybciej będzie tonęło ciało kształtu kulistego, ponieważ kula w porównaniu z innemi bryłami posiada minimalną powierzchnię.

W planktonie spotykamy najrozmaitsze postaci: spłaszczone, wydłużone, gwiaździste i przytem często opatrzone jeszcze w wyrostki i kolce (rys. 36). To niezwykłe bogactwo form u organizmów planktycznych pochodzi z różnorodnych przyczyn i przyczynia się do osiągnięcia różnych celów; lecz jest rzeczą niewątpliwą, że w ten sposób organizmy zyskują również większą powierzchnię ciała, która jak spadochron, zmniejsza szybkość ich opadania na dno do minimum.

Przeobrażenia sezonowe.

Szybkość opadania ciał w wodzie zależy nietylko od ich ciężaru i kształtu, lecz jeszcze i od samej wody. Woda zimna, jako gęstsza, sprzyja tonięciu w mniejszym stopniu, niż woda cieplejsza. Powiadamy, że lepkość wody zmniejsza się w miarę wzrastania temperatury.

Wobec tego organizmy planktyczne byłyby narażone w lecie na szybsze opuszczanie się na dno, niż w zimie. Lecz, jako środek zapobiegawczy, u różnych gatunków planktycznych w lecie wytwarzają się znacznie dłuższe wyrostki; organizmy, zwiększając w ten sposób swą powierzchnię, unikają niebezpieczeństwa, wynikającego ze zmniejszenia się lepkości wody. W zimie znowu, gdy lepkość wody wzrasta, wyrostki takie zmniejszają się lub nawet wcale znikają, jako zbyteczne.



Rys. 37.
Przeobrażenia sezonowe u wioślarki *Daphnia cristata*; zn. pow. a — postać letnia, b — postać jesienna, c — postać zimowa. (Według Zachariasa ze Steuera.)

Dla przykładu załączamy rysunek pelagicznej wioślarki — *Daphnia cristata* (rys. 37). W okresie letnim osobniki tego gatunku wyróżniają się potężnie wydłużoną ku górze głową nakształt hełmu (a); ku jesieni hełm poczyna zanikać (b), i w zimie *Daphnia cristata* posiada łagodnie zaokrągloną głowę bez hełmu. W następnem lecie znów się wykształca hełm, i tak z roku na rok.

Podobnie i u innych skorupiaków, a także u wrotków, pierwotniaków i glonów w różnych porach roku ten sam gatunek występuje w strefie pelagicznej w odmiennych postaciach.

Rozmieszczenie planktonu

Warstwowy rozkład światła, temperatury, tlenu i innych czynników pociąga za sobą nierównomierne rozmieszczenie planktonu między powierzchnią a dnem jeziora. Każdy gatunek posiada odrębne wymagania życiowe; zależnie od tego, na jakiej głębokości warunki, odpowiadające owym wymaganiom, są najdogodniejsze, w tej warstwie wody ilość poszczególnych osobników danego gatunku jest największa. Szczególnie ostro zaznacza się nierównomierny rozkład planktonu w okresach stagnacji: w lecie i w zimie; podczas cyrkulacji zaś warstwowość planktonu staje się mniej wyraźna.

Naogół przy samej powierzchni skupiają się organizmy roślinne, jako wymagające światła dla asymilacji węgla. W warstwach głębszych przeważa zooplankton. Warstwy zaś podskokowe, pozbawione światła i o niskiej

temperaturze, pod względem planktonu są ubogie i wcale nie zawierają wielu gatunków, żyjących przy powierzchni.

Dla zobrazowania warstwowego rozmieszczenia planktonu przytaczamy tabliczkę, z której widać, ile przeciętnie znaleziono osobników każdego gatunku w 1 m^3 wody na różnych głębokościach w jeziorze Wigry.

Dn. 24.VIII 1920 w godzinach południowych na 1 m^3 wody przypadało osobników:

Głębokości m.	WIOŚLARKI					WIDŁONOGI					
	Daphnia	Diaphanosoma	Leptodora	Bosmina coregoni	Bosmina longirostris	Nauplii et juv.	Cyclops oithonoides	Diaptomus	Heterocope	Eurytemora	Cyclops leuckarti
0—5	*8510*	*2620*	0	*5310*	74	*4770*	*6960*	*3390*	150	0	1200
5—10	*8110*	810	*108*	*6160*	34	57	2370	*3490*	*494*	430	520
10—15	4100	1370	4	2540	*1350*	*22140*	1340	0	0	*2370*	*6540*
15—20	0	0	0	1770	0	19970	0	640	0	0	0

(Według Lityńskiego.)

Wędrówki planktonu w ciągu doby.

Na powyższej tabliczce są przytoczone dane dla godzin południowych. Chodzi o to, że o innej porze dnia rozkład planktonu posiadałby całkiem odmienny charakter.

Obliczono np., że w jeziorze Wigry ilości zwierząt, znajdujących się w warstwie O—1 m o godzinie 11 rano i 7 wieczór, mają się do siebie, jak 1 : 6. Rzecz oczywista, że wzbogacenie się powierzchni w organizmy zwierzęce mogło się odbyć tylko kosztem wyludnienia warstw głębszych

W godzinach południowych plankton zwierzęcy sku-

Z drugiej strony znacznym wahaniom ulega w ciągu roku ilość osobników poszczególnych gatunków. Dla każdego gatunku istnieją jeden lub dwa okresy do roku, w których się on najobficiej rozradza. Ponieważ te okresy przypadają dla poszczególnych gatunków na różne pory roku, stąd wynika, że gatunki planktyczne kolejno przeważają ilościowo jeden nad drugim.

Traktując sprawę okresowych zmian planktonu jak najogólniej, możemy powiedzieć, że w zooplanktonie na wiosnę i w lecie przeważają wioślarki (*Cladocera*), na jesieni i w zimie — widłonogi (*Copepoda*). Tak samo w fitoplanktonie okres letni cechuje się przewagą sinic (*Cyanophyceae*), na zimową porę zaś przypada masowy rozwój okrzemek (*Diatomeae*).

Właściwie okresowe zmiany w planktonie powinny nam przypominać roczny przebieg życia na lądzie. Podobnie jak na lądzie jedne rośliny kwitną na wiosnę, inne w lecie, jeszcze inne na jesieni, tak samo i w strefie pelagicznej najobfitszy rozwój każdego gatunku przypada na pewną porę roku; że zaś życie w wodzie nie ustaje i w zimie, stąd płynie wielka i nieprzerwana rozmaitość w planktonie.

Zakwity. Gdy jakiś gatunek masowo rozwija się przy powierzchni strefy pelagicznej wówczas znacznie się zmniejsza granica widzenia w wodzie, sama woda mętnieje i zmienia swą barwę. Powiadamy, że jezioro z a k w i t a.

Przytaczamy opis takiego kwitnięcia wody na jeziorze Cichem na Pomorzu: „Zbliżywszy się w dniu badań (15.IV.1925) na kilkadziesiąt metrów do brzegów w północno-zachodniej stronie jeziora, zauważyłem silny czerwonawo-brunatny odcień, w jaki woda wpadała. Z oddali odcień ten, jednakowy na całem jeziorze, sprawiał wrażenie, jak-

gdyby chodziło o pewien refleks ze strony brzegów i nad brzeżnych drzew. Jednakże po dalszem zbliżeniu się oczywistem było, że nie chodzi tu o złudzenie, wywołane jakimś odblaskiem, lecz że woda faktycznie posiada ten kolor, wynikający z masowego pojawu *Oscillatoria rubescens*. Jak masowo wystąpił ten gatunek, świadczy o tem fakt, że na brzegach wszędzie obserwowałem znaczną ilość wyrzuconych kłębów, które po zaschnięciu przybierają barwę intensywnego fioletu. Zanurzona siatka planktonowa na głębokość 20 do 30 cm pod powierzchnię wody momentalnie pokrywała się gęstemi, zbitemi warstwami *Oscillatoria rubescens*, tak dalece, iż nie pozwalały one na swobodne odciekanie wody poprzez gazę siatki. Łodzie rybackie ze strony zewnętrznej są barwy fioletowej, spowodowanej przez wysychanie tego wodorostu. Rybacy opowiadali mi, że przy łowieniu ryb napotykają na bardzo znaczne trudności, ponieważ oczka sieci zatykają się i uniemożliwiają połowy. Przy silnym wietrze kłęby *Oscillatoria rubescens* pędzone są w kierunku jego i zbierają się w zatokach, mogąc tworzyć tak gęste masy, że nawet przejazd łodzią jest utrudniony". (W. Kulmatycki)

W opisanym wypadku *Oscillatoria rubescens* spowodowała czerwone zabarwienie wody. Inne gatunki sinic, jak *Anabaena flos aquae* (rys. 34 b) i *Aphanizomenon flos aquae* (rys. 34c) powodują zielone zabarwienie.

Okrzemka *Asterionella* (Tab. III,1) wywołuje gliniaste zmętnienie wody; wiciowiec *Dinobryon* (rys. 56) — zielone, wiciowiec *Ceratium* (rys. 58) — żółto-brunatne.

Zooplankton również może przyczynić się do kwitnięcia jeziora, chociaż znacznie rzadziej. Czasami wylinki wioślarek pelagicznych nagromadzają się przy powierzchni jeziora, nadając jej szary odcień. Trwałe jaja

wrotków i wioślarek, skupiając się przy powierzchni, mogą spowodować czarne zabarwienie.

Plankton i ryby. Ryb, któreby się żywiły wyłącznie planktonem, mamy bardzo niewiele. Do typowych ryb planktonożernych w naszych jeziorach należą stynka (*Osmerus eperlanus*, Tab. V, 2) i sielawa (*Coregonus albula*, Tab. V, 1).

Stynka żywi się przeważnie planktycznemi skorupiakami. W jeziorze Wigry stwierdzono, że na jesieni pokarm stynki w znacznej części składa się z widłonogów, w zimie — z wioślarek; przytem przy przeglądaniu zawartości żołądka nigdy nie napotkano wrotków.

Sielawa jest mniej wybredna; pożera ona tak skorupiaki, jak i wrotki.

Stynce i sielawie, jako rybom, stale żywiącym się planktonem, przeciwstawiamy ukleję (*Alburnus alburnus*, Tab. V, 3), która żywi się planktonem tylko okresowo. Do późnego lata ukleja trzyma się przy brzegach w strefie litoralnej, i główny jej pokarm stanowią latające owady, które przypadkowo trafiły z powietrza do wody. Lecz na jesieni, gdy ilość owadów się zmniejsza, ukleja wędruje do strefy pelagicznej i tu poczyna się żywić bez większego wyboru różnemi organizmami planktycznemi.

Niejednokrotnie obserwowano, że zakwitom wody czasami towarzyszy śnięcie ryby. Dwa te współczesne zjawiska zwykle posiadają wspólną przyczynę w zanieczyszczeniu wody, które, działając zabójczo na ryby, sprzyja masowemu rozwojowi sinic. W innych wypadkach rozkład ogromnej ilości organizmów, jakie się wytworzyły podczas zakwitu, może spowodować zużycie tlenu w wodzie i śnięcie ryb. Tak samo zwarta w postaci kożucha warstwa glonów na powierzchni jeziora odcina dostęp tlenu atmosferycznego do wody, i przy braku fal, któreby

rozbijały tę powłokę, długotrwały zakwit zagraża uduszeniem się ryb.

Ażeby mieć wyobrażenie o potężnej produkcji strefy pelagicznej rozpatrzymy następujące liczby.

Produkcja strefy pelagicznej.

Sinica *Aphanizomenon flos aquae* (Rys. 34 c) podczas zakwitu występuje w ilościach, sięgających do 20.000 włókien na 1 cm^3 wody. Okrzemkę *Stephanodiscus* napotykano w ilości 58.000 komórek - osobników w 1 cm^3 wody.

W przybliżeniu została obliczona ogólna waga planktonu w jeziorze Płońskiem (Holsztynja), którego powierzchnia wynosi około 30 km^2. Dnia 7 kwietnia 1894 roku waga ta miała przewyższać 30.000 centnarów. Tak samo znaleziono, że w jeziorze Zurichskiem 12 maja 1896 roku na 1 ha przypadało 430 kg suchej substancji planktonu.

Odnośna ilość planktonu przypadała na ten tylko dzień, dla którego robiono obliczenia. Jeżeli uwzględnić roczną produkcję strefy pelagicznej, to wówczas okaże się, że nie ustępuje ona wydajności, obliczonej również na hektary, najlepszych łąk.

Lecz nie we wszystkich jeziorach strefa pelagiczna jest tak wydajna.

Jeziora eutroficzne i oligotroficzne.

Jak wydajność gleby zależna jest od bogactwa jej w składniki pokarmowe, podobnież i ilość planktonu w jeziorze znajduje się w ścisłym związku z ilością soli odżywczych, rozpuszczonych w wodzie.

Jedynie w jeziorach, zawierających w wodzie większe ilości soli odżywczych, może obficie rozwijać się fitoplankton, a kosztem tego i zooplankton. Nazywamy takie jeziora e u t r o f i c z n e m i.

Jeziora o nieznacznych ilościach soli odżywczych

i o ubogim planktonie przeciwstawiamy pierwszym pod nazwą oligotroficznych.

Trzy typy jezior: podalpejski, bałtycki i humusowy — pod względem ilości składników odżywczych w wodzie przedstawiają się następująco:

1) Typ *podalpejski*: należą tu jeziora oligotroficzne, nie zawierające w wodzie związków humusowych, o ubogim ilościowo planktonie i rzadkich wobec tego zakwitach; w fitoplanktonie zielenice przeważają nad sinicami.

2) Typ *bałtycki*: należą tu jeziora eutroficzne, o bogatym ilościowo planktonie i częstych zakwitach; w fitoplanktonie przeważają sinice nad zielenicami.

3) Typ *humusowy*: należą tu jeziora oligotroficzne o wodzie bogatej w związki humusowe; fitoplankton dla braku w wodzie związków odżywczych jest ubogi, przyczem sinice ilościowo ustępują zielenicom i wiciowcom.

C. JEZIORO, JAKO CAŁOŚĆ.

Współczynność właściwości jeziora.

Życie organizmów w strefach litoralnej, głębinowej i pelagicznej zależne jest przedewszystkiem od fizyczno-chemicznych właściwości wody i osadów dennych. Właściwości te, jak wynika z poprzednich rozdziałów, nieraz są bardzo ściśle powiązane między sobą. Naprzykład barwa wody w znacznym stopniu zależy od ilości rozpuszczonych w niej związków humusowych; w parze ze zmianami barwy idzie przezroczystość wody, a od przezroczystości wody jest zależna szerokość strefy litoralnej. Niemniej ścisła zawisłość istnieje pomiędzy samemi organizmami. Życie zwierząt mięsożernych uwarunkowane jest obecnością w jeziorze zwierząt roślinożernych, występowanie roślinożernych zależne jest od roślin wodnych, ostatnie zaś pozostają w związku z jakością i ilością soli odżywczych, rozpuszczonych w wodzie.

Woda, osady denne, rośliny i zwierzęta stanowią układ, którego wszystkie części są ściśle powiązane, i jezioro przedstawia się w postaci ustroju, pomiędzy częściami którego panuje współczynność, przypominająca zjawiska korelacji u organizmów.

Zestawienie fizycznych i chemicznych właściwości jezior podaliśmy na str. 32. Obecnie przytaczamy zestawienie biologicznych cech według trzech typów jezior,

Właściwości biologiczne	TRZY TYPY JEZIOR		
	Jeziora podalpejskie	*Jeziora bałtyckie*	*Jeziora humusowe*
W strefie litoralnej: roślinność	biedna	bogata	biedna
W strefie głębinowej: a) fauna jakościowo	różnorodna; występują larwy *Tanytarsus*	dość jednorodna; występują larwy *Chironomus*	jednorodna; występują larwy *Chironomus* i *Corethra*
b) fauna ilościowo	dość bogata	bogata	uboga
W strefie pelagicznej: a) plankton	biedny	bogaty	biedny
b) zakwity	rzadko	często	wcale nie bywa, albo bardzo rzadko
c) skład fitoplanktonu	zielenice przeważają nad sinicami	sinice przeważają nad zielenicami	przeważają zielenice i wiciowce
Wogóle jezioro pod względem ilości składników odżywczych w wodzie	oligotroficzne	eutroficzne	oligotroficzne

Podział na trzy typy nie odtwarza jednak wielkiej różnorodności jezior. W granicach każdego typu możliwe są znaczne różnice między poszczególnemi jeziorami, i już obecnie jeziora bałtyckie podzielono na mniejsze grupy. Z drugiej strony istnieją jeziora o charakterze pośrednim między dwoma typami.

Przy próbach klasyfikacji jezior w praktyce najczęściej obiera się jedną jakąś grupę roślin albo zwierząt,

i na podstawie występowania pewnych gatunków w różnych jeziorach dzieli się je na typy. Taki sposób postępowania jest znacznie prostszy i przytem uwydatnia mniejsze różnice; lecz otrzymany w tym wypadku podział jest sztuczny, ponieważ nie obejmuje całokształtu życia jeziora

Zależność organizmów od fizyczno-chemicznych właściwości jeziora.

Przy porównywaniu jezior pod względem występowania w nich pewnej grupy organizmów staje się wyraźnie widoczna zależność flory albo fauny od właściwości wody.

Dla przykładu rozpatrzymy podział jezior na typy według fitoplanktonu i następnie według ryb.

Jeżeli będziemy porównywali występowanie sinic i wiciowca *Ceratium hirundinella*, to się pokaże, że sinice rozwijają się bujnie w wodach bogatych w związki organiczne, *Ceratium* zaś unika takich wód i występuje obficie w jeziorach bogatych w związki mineralne. Jeżeli woda okresowo zawiera to dużo związków organicznych, to znów mało, w takim razie na pierwszy okres będzie przypadał obfity rozwój sinic, na drugi — *Ceratium*. W jeziorach ubogich tak w związki organiczne, jak i w mineralne, ani sinice, ani *Ceratium* obficiej się nie rozwijają.

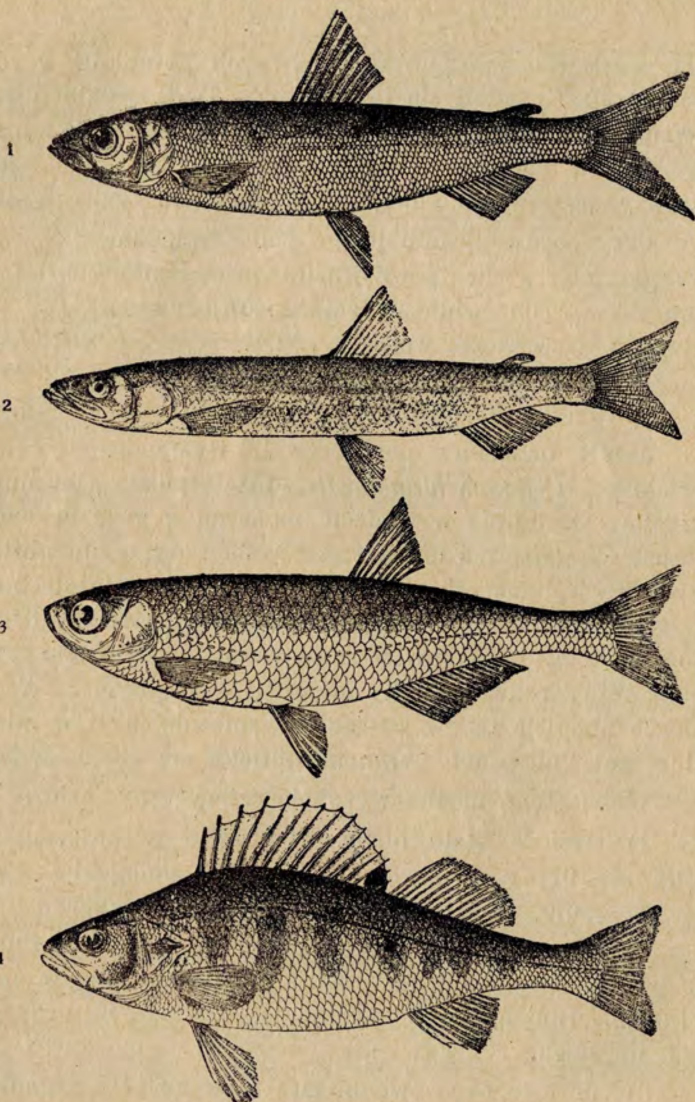
Wobec tego można wyróżnić cztery typy jezior:

1) Jeziora, stale bogate w związki organiczne, cechują się bujnym rozwojem sinic. *Ceratium* albo wcale nie występuje, albo tylko w nieznacznych ilościach.

2) Jeziora, stale bogate w związki mineralne i ubogie w związki organiczne. Obficie rozwija się w nich *Ceratium*. Sinice, jeżeli występują, to tylko w nieznacznych ilościach.

3) Jeziora, okresowo bogate to w związki organiczne, to w związki mineralne. W takich jeziorach kolejno następują zakwity sinic i *Ceratium*.

Tab. V. RYBY.



1. Sielawa (*Coregonus albula*). 2. Stynka (*Osmerus eperlanus*). 3. Ukleja (*Alburnus alburnus*). 4. Okoń (*Perca fluviatilis*). (z Lamperta p. r.)

4) Jeziora, stale biedne w związki organiczne i mineralne. Sinice i *Ceratium* występują tu w nieznacznych tylko ilościach.

Porównując faunę ryb różnych jezior, można stwierdzić, że skład jej zależy w znacznym stopniu od głębokości jeziora i ilości tlenu w warstwie podskokowej. Dla jezior polskich mamy następujący podział (według Borowika i Dixona):

1) Jeziora pstrągowe: głębokie jeziora z kamienistem dnem oraz zimną i przezroczystą wodą; występują tu ryby łososiowate: pstrąg, sieja, sielawa, stynka, a poza tem — szczupak, okoń, miętus, leszcz, jaź, płotka i jazgarz.

2) Jeziora siejowo-sielawowe: głębokie jeziora z dnem piaszczystem i o dużej zawartości tlenu. Obok siei lub sielawy występują: stynka, sandacz, okoń, szczupak, miętus, jazgarz, płotka, jaź, leszcz.

3) Jeziora leszczowe: nizinne jeziora o dnie mulistem i nieznacznej głębokości; oprócz leszcza występują tu: stynka, okoń, szczupak, miętus, jazgarz, lin, ukleja, płotka, jaź i karaś. Jeziora leszczowe dzielą się na dwie podgrupy:

a) jeziora leszczowo-stynkowe, w których ukleja występuje w nieznacznej tylko ilości.

b) jeziora leszczowo-uklejowe z obficie występującą uklejąą.

4) Jeziora okoniowo-płotkowe: niewielkie jeziora o nieznacznej głębokości i o bogatej roślinności wodnej. Czasem w jeziorach tej grupy występują jedynie okoń i płotka; często razem z niemi — szczupak, ukleja, lin i karaś.

5) Jeziora karasiowe: małe i przytem bardzo zamulone zbiorniki. Występuje tu prawie wyłącznie karaś.

Wpływ organizmów na fizyczno-chemiczne właściwości jeziora.

Podobnie jak organizmy zależą od środowiska, tak i samo środowisko ulega zmianom pod wpływem zamieszkujących je organizmów. Zarośla przybrzeżne co rok zwiększają ilość szczątków, których kosztem stale się rozszerza strefa litoralna. Znaczna część tych szczątków podczas wiatru trafia do strefy pelagicznej i stąd razem z obumarłym planktonem osiada na dno w strefie głębinowej. Tworzący się muł stopniowo wyściela nierówności pierwotnej misy jeziornej, i miąższość jego z każdym rokiem wzrasta. Tymczasem ramienica i mięczaki dostarczają materjału w postaci skorupek do tworzenia się osadów mineralnych. Jezioro stopniowo się wypłyca.

Narastające masy mułu jeziornego zużywają podczas rozkładu coraz więcej tlenu, i zasób jego w warstwach przydennych ubożeje. Jezioro, pierwotnie o charakterze podalpejskim, z biegiem czasu nabiera cech typu bałtyckiego. Znikają w strefie głębinowej ryby łososiowate, jako wymagające wody bogatej w tlen, i larwy *Tanytarsus* ustępują miejsca rodzajowi *Chironomus*.

Równolegle woda jeziora wzbogaca się w związki organiczne i mineralne. Pierwotna barwa błękitna, właściwa wodzie czystej, nabiera odcienia zielonego. Zwiększenie się ilości rozpuszczonych związków odżywczych sprzyja bujniejszemu rozwojowi fitoplanktonu, a tem samem i plankton zwierzęcy, znajdując więcej pokarmu roślinnego, rozwija się obficiej. Woda staje się mętna; przezroczystość jej się zmniejsza. Coraz częściej następują zakwity. Tak z jeziora oligotroficznego powstaje zbiornik o charakterze eutroficznym.

Organizmy, przystosowane do życia w danem środowisku, wywołując w niem zmiany, skazują same siebie na zgubę. Gdy jezioro typu podalpejskiego przekształca

się na zbiornik typu bałtyckiego, poprzednia flora i fauna musi ustąpić w walce o byt innym gatunkom, które są lepiej przystosowane do nowych warunków życia. Ubogi fitoplankton jeziora podalpejskiego, złożony przeważnie z zielenic, zostaje zastąpiony przez sinice; te znów w dalszym rozwoju jeziora ustępują miejsca wiciowcom; szlachetne ryby łososiowate wcześnie znikają, ustępując pola karpiowatym, i gdy jezioro już całkiem zanika, wówczas wszechwładnie zapanowywa karaś.

Starzenie się jeziora.

Zmiany, jakim podlega jezioro podczas swego trwania, można porównać do procesów starzenia się organizmu. Jak życie organizmu kończy się śmiercią, podobnie i każde jezioro zmierza do ostatecznego zaniku. W ewolucji jeziora można wyróżnić pięć następujących stopni rozwojowych.

I faza: misa jeziorna posiada pierwotną rzeźbę, niezmienioną przez osady denne; jest to okres młodości jeziora.

II faza: dokoła jeziora wytworzyła się ławica przybrzeżna; muł wyściela dno, wyrównywając do pewnego stopnia pierwotne zagłębienia i wzniesienia misy jeziornej; jest to okres dojrzałości jeziora.

III faza: osady denne osiągają znaczną miąższość i całkowicie przykrywają wszystkie pierwotne nierówności dna; zagłębie śródjeziorne przedstawia się w postaci równej, poziomej płaszczyzny; jest to okres starości jeziora.

IV faza: zagłębie śródjeziorne skutkiem nieustającego nagromadzania się mułu osiągnęło poziom ławicy przybrzeżnej; dno na całej swej przestrzeni porasta roślinnością wodną. Jezioro przekształciło się w staw.

V faza: dalsze wypłycanie się stawu spowodowało zanik roślinności o liściach zanurzonych; na całej prze-

strzeni zjawia się roślinność przybrzeżno-błotna. Staw przekształcił się w m ł a k ę.

J e z i o r o



S t a w



M ł a k a

Krążenie materji w jeziorze.

Gdyby obumarłe resztki roślin i zwierząt, opadając na dno, nie ulegały dalszym zmianom, wówczas wypłycanie się jeziora przebiegałoby znacznie szybciej, aniżeli to obserwujemy w rzeczywistości. Powolność starzenia się jezior tłumaczy się tem, że znaczna część osiadającego mułu zostaje przeprowadzona w stan płynny wskutek działalności organizmów głębinowych i trafia zpowrotem do wody, wzbogacając ją w związki odżywcze.

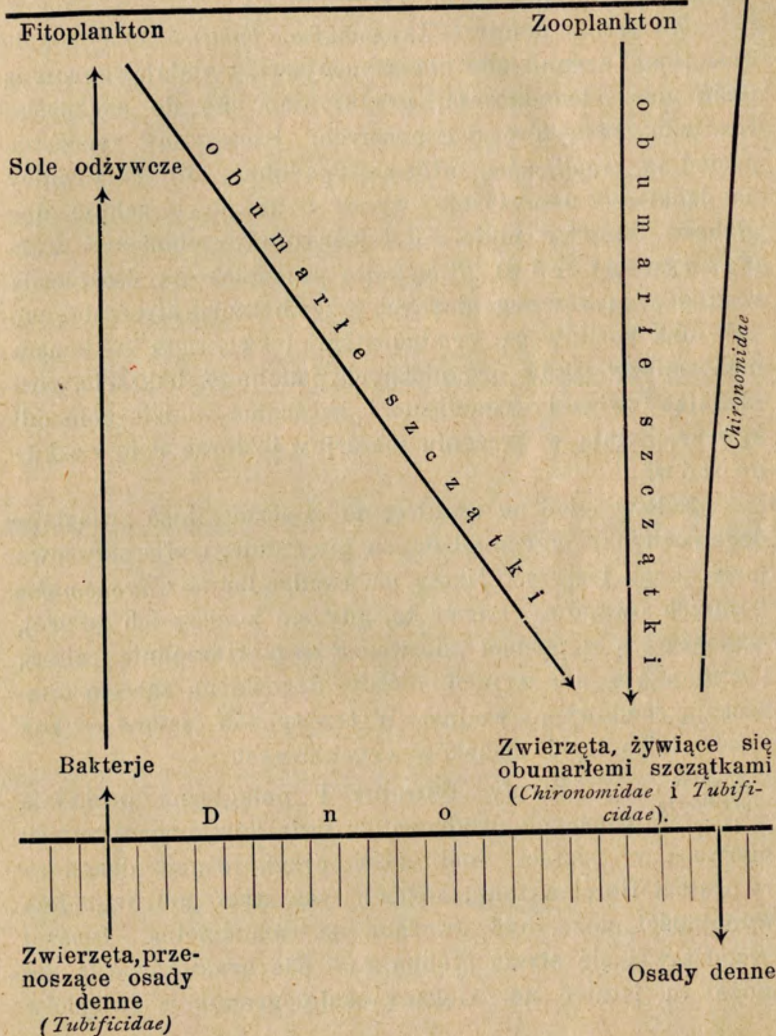
Obok procesu nagromadzania się stałych osadów na dnie (s e d y m e n t a c j a) odbywa się w jeziorze krążenie materji pomiędzy dnem a wodą (c y r k u l a c j a).

W najogólniejszym zarysie krążenie materji w jeziorze przedstawia się następująco (porówn. wykres).

Kosztem soli odżywczych, rozpuszczonych w wodzie, rozwija się fitoplankton. Jest on p r o d u c e n t e m związków organicznych ze związków mineralnych. Organizmy roślinne częściowo zostają pożerane przez zooplankton, częściowo obumierają, i szczątki ich opadają na dno. Już w trakcie opadania szczątki te mogą ulec rozkładowi bakterjalnemu, wskutek czego sole odżywcze zpowrotem wyzwalają się do wody i na nowo mogą być zużyte przez fitoplankton.

Zooplankton, pośrednio lub bezpośrednio zależny od fitoplanktonu, jest k o n s u m e n t e m związków organicz-

KRĄŻENIE MATERJI W JEZIORZE
(według Alsterberga; zmienione).



nych i zwraca wodzie sole odżywcze w postaci wydalin. Szczątki zooplanktonu tak samo opadają na dno i w drodze częściowo już ulegają rozkładowi, znów przysparzając wodzie soli mineralnych.

Zwierzęta denne (*Chironomidae*, *Tubificidae*) żywią się szczątkami organizmów planktycznych i, wydalając ogromną ilość mas odchodowych, przyczyniają się do szybszego rozkładu związków organicznych. Szczególne znaczenie posiadają *Tubificidae*, które — podobnie do dżdżownicy na lądzie — ustawicznie wynoszą na powierzchnię dna głębsze warstwy mułu. Pełniąc rolę przenosicieli mułu (transporterów), *Tubificidae* przyśpieszają ostateczny rozkład związków organicznych przez bakterje strefy dennej.

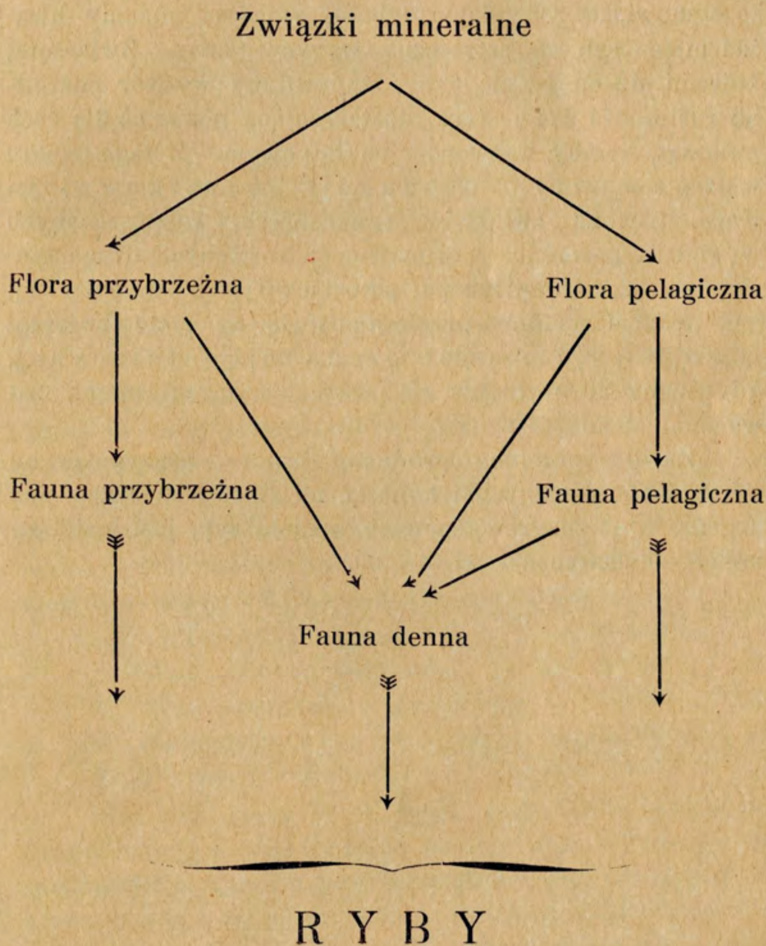
Jak rośliny są producentami i zwierzęta — konsumentami związków organicznych, podobnież bakterje, rozkładając związki organiczne i zwracając wodzie sole odżywcze, pełnią w krążeniu materji w jeziorze rolę reducentów.

Należy mieć na uwadze, że znaczna ilość związków organicznych, nagromadzonych przy dnie, trafia okresowo poza obręb jeziora. Mamy na uwadze larwy *Chironomidae* i innych owadów. Larwy te, gdy się kończy ich rozwój, wznoszą się w postaci poczwarek na powierzchnię jeziora, i wylęgające się z nich owady dorosłe na zawsze opuszczają środowisko wodne. W ten sposób jezioro co rok traci wielką ilość związków organicznych.

Ogólna produkcja jeziora. Strefy litoralna i pelagiczna posiadają własnych producentów związków organicznych: pierwsza w postaci roślinności przybrzeżnej, druga — w postaci fitoplanktonu; każda z tych stref pod względem wydajności może być uważana za samodzielną. Inaczej przedstawia się strefa głębinowa. Dla braku światła nie może tu istnieć na większą skalę produkcja związków

SCHEMAT PRODUKCJI JEZIORA

(według Naumanna, zmieniony).



RYBY

organicznych z soli mineralnych, i życie konsumentów tej strefy całkowicie jest uzależnione od producentów dwóch stref poprzednich.

Jeżeli będziemy traktowali ogólną produkcję jeziora ze stanowiska gospodarki rybnej, wówczas musimy uważać mięso ryb za ostateczny wytwór jezior. Zwierzęta, któremi się odżywiają ryby, stanowiłyby wytwór pośredni; roślinność zaś jeziora, dostarczająca pokarmu dla tych zwierząt, byłaby wytworem początkowym. Z tego punktu widzenia mówimy o produkcji początkowej jeziora, gdy ze związków mineralnych, rozpuszczonych w wodzie, powstają w organizmach roślinnych drogą syntezy związki organiczne, o produkcji pośredniej, gdy pokarm roślinny przekształca się na ciało zwierząt bezkręgowych, i wreszcie o produkcji ostatecznej, gdy mamy do czynienia ze związkami organicznemi, zawartemi w mięsie ryb.

Zawiły przebieg produkcji jeziora, poczynając od związków mineralnych i kończąc na złożonych związkach organic nych, nagromadzonych w ciele ryb, jest uwidoczniony schematycznie na str. 89.

ROZDZIAŁ II.

STAW. MŁAKA.
ZBIORNIKI OKRESOWO WYSYCHAJĄCE.

Wyróżniamy dwa rodzaje stawów: stawy naturalne, powstałe z jezior skutkiem ich wypłycania się, i stawy sztuczne, utworzone przez człowieka. Staw.

Staw naturalny różni się od jeziora tem, że dno stawu na całej przestrzeni jest pokryte roślinami o liściach zanurzonych.

Narazie nie posiadamy danych statystycznych o rozmieszczeniu stawów naturalnych w Polsce. Odnośnie do stawów, racjonalnie zagospodarowanych, przytaczamy, według Kulmatyckiego, liczby następujące:

1.	Królestwo Kongresowe	31,400 ha
2.	Województwa wchodnie . . .	5,000 „
3.	Woj. poznańskie i pomorskie .	1,500 „
4.	Małopolska	13,100 „
5.	Województwo śląskie	4,000 „

Warunki życia w stawach pod wielu względami przypominają strefę litoralną jezior. Jest to naturalnem następstwem sposobu powstawania stawów. Gdy się jezioro starzeje, wówczas strefa litoralna coraz znaczniej się rozszerza i z chwilą zaniku jeziora, właściwie mówiąc, jedynie ona tylko pozostaje. Możemy więc powiedzieć, że

staw jest jeziorem, które utraciło strefę głębinową i pelagiczną.

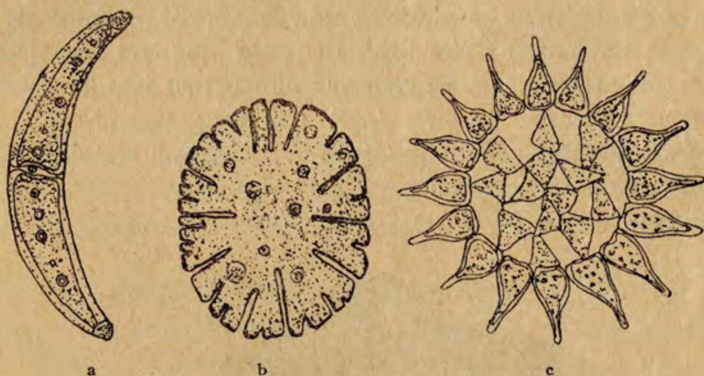
Głębokość stawów w porównaniu z jeziorami jest nieznaczna i w najlepszym wypadku sięga zaledwie kilku metrów. Promienie słoneczne dochodzą w stawach aż do dna i sprzyjają obfitemu rozwojowi roślinności. Temperatura wody w stawach ulega w ciągu roku, a nawet i dnia, znacznym wahaniom. W jeziorach warstwy głębsze stale posiadają niską temperaturę; w stawach zaś woda w lecie aż do dna znacznie się ogrzewa, w zimie prędko się oziębia. Zasób tlenu w wodzie stawowej zwykle jest wysoki, co się tłumaczy działalnością roślin zielonych Obfitość pokarmu roślinnego powoduje bogactwo fauny stawowej.



Rys. 39. Żabiściek (*Hydrocharis morsus ranae*); zmn. (z Lamperta p. r.)

Flora kwiatowa stawów składa się z tych samych gatunków, które występują w strefie litoralnej jezior. Należy tylko podkreślić obfitsze występowanie w stawach roślin pływających, jak rzęsa (*Lemna*, rys. 52), żabiściek (*Hydrocharis morsus ranae*, rys. 39), osoka aloesowata (*Stratiotes aloides*, Tab. II,1).

Fitoplankton stawowy tak jakościowo, jak i ilościowo, jest niezrównanie bogatszy, niż jeziorny. Obficie czasami występują sinice (*Anabaena*, rys. 34b; *Aphanizomenon* rys. 34c). Zakwity *Volvox* (rys. 54), *Eudorina* (rys. 55a), *Pandorina* (rys. 55b) często powodują zielone zabarwienie wody; tak samo masowy rozwój *Ceratium* (rys. 58) może nadać wodzie odcień brunatny. Jednokomórkowe zielenice (szczególnie *Desmidiaceae*, rys. 40) znajdują w sta-



Rys. 40. Zielenice *Desmidiaceae*; zn. pow.
a — *Closterium*, b — *Cosmarium*, c — *Pediastrum*.
(Według Schuriga).

wach dogodniejsze warunki rozwoju, niż w jeziorach; okrzemki (*Diatomeae*) odwrotnie w fitoplanktonie stawowym posiadają mniej reprezentantów, niż w jeziorach.

Plankton zwierzęcy stawów charakteryzuje się bogatym rozwojem wrotków oraz nieobecnością pewnych gatunków skorupiaków jeziornych, jak *Bythotrephes longimanus*, *Bosmina coregoni* etc.

Czasami przy brzegach stawów drobne organizmy planktyczne występują w tak wielkiej ilości, że tworzą w wodzie jakby chmury, widoczne gołem okiem. Zwykle

takie zgęszczenie składa się z osobników, należących do jednego jakiegoś gatunku zwierząt.

Przy dnie stawu krzewią się gąbki i mszywioły. Nie mniej, niż w jeziorach, napotykamy tu larwy owadów i mięczaki.

W zaroślach przybrzeżnych nad stawami osiedla się ptactwo błotne i wodne. Napotykamy tu także wielką ilość żab oraz w wodzie ich stadja rozwojowe (kijanki) i traszki.

Faunę ryb cechuje przewaga ryb karpiowatych (karp, lin, karaś). Nie brak tu także okonia i szczupaka.

W stawach sztucznych zrzadka u nas jest hodowany pstrąg potokowy (*Trutta fario*) i pstrąg tęczowy (*Trutta iridea*); ostatni został importowany z Ameryki Północnej. Przeważnie zaś nasze gospodarstwo stawowe opiera się na hodowli karpia (rys. 41) i lina.



Rys. 41. Karp (*Cyprinus carpio*); zmn. (z Lamperta p. r.).

W gospodarstwach, racjonalnie prowadzonych, w celu zwiększenia produkcji stawów stosuje się t. zw. nawożenie; polega ono na sztucznem wzbogacaniu wody w związki odżywcze. W tym celu zasiewa się staw przed zalaniem łubinem („zielone nawożenie"), albo wprost do wody dodaje się obornika, gnojówki, czy nawet nawozów

sztucznych. Pożywne resztki powodują w stawie nawożonym bogatszy rozwój zwierząt, któremi się żywią ryby, i ogólny przyrost mięsa rybiego może być zwiększony tą drogą kilkakrotnie.

Młaka.

Wypłycanie się stawu doprowadza do tego, że otwarta powierzchnia wody całkowicie znika, i dno na całej przestrzeni porasta szuwarami, wystającemi wysoko nad wodą; ze stawu powstaje młaka.

Głębokość młak jest nieznaczna, woda jest czysta i zacieniona przez gęste zarośla. Roślin o liściach zanurzonych wcale tu nie znajdujemy. Roślinność młak składa się przeważnie z wysokich roślin jednoliściennych.

Rozrastając się zapomocą kłączy, rośliny wytwarzają zwarte zarośla, często złożone z jednego tylko gatunku, jak np. z trzciny (*Phragmitetum*), sitowia (*Scirpetum*), pałki (*Typhetum*), turzycy (*Caricetum*), skrzypu (*Equisetetum*) i innych.

Pod względem faunistycznym młaki są niezrównanie uboższe od stawów. Ryb wcale tu niema. Z większych zwierząt wodnych występują w młakach jedynie ślimaki, pijawki i owady (pluskwiaki, rys. 42). Zato fauna ptasia jest niezwykle różnorodna i bogata.

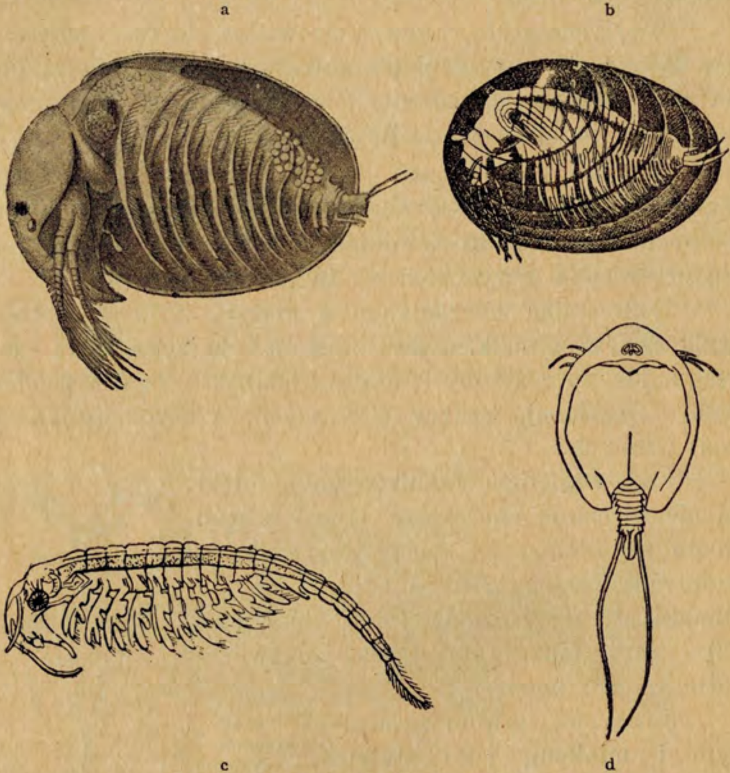


Rys. 42. Płoszczyca (*Nepa cinereae*); nieco pow. (z Dahla).

Zbiorniki okresowo wysychające.

Jeziorom, stawom naturalnym i młakom, jako stałym zbiornikom wody stojącej, przeciwstawiamy takie zbiorniki, które tylko okresowo wypełniają się wodą. Do tych należałyby kałuże, jakie się tworzą podczas deszczu, wiosenne wody, nagromadzające się w zagłębieniach podczas topnienia śniegu, zbiorniki, utworzone skutkiem wylewu rzek, i inne.

W zbiornikach okresowo wysychających napotykamy organizmy, które w ten lub inny sposób umieją uniknąć ostatecznej zagłady podczas znikania wody.



Rys. 43. Skrzelonogi (*Euphyllopoda*).
a — *Lynceus brachyurus*; zn. pow. (według Grube'go); b — *Limnadia lenticularis*; pow. (według Leunisa); c — *Branchipus stagnalis*; pow. (według Leunisa); d — *Lepidurus apus*; nieco pow. (według Keilhacka).

Larwy owadów, mięczaki i robaki podczas wysychania zbiornika zakopują się w muł i, zadowalając się znikomemi ilościami wilgoci, mogą przetrwać okres suszy.



Rys. 44. Przekopnica *(Apus cancriformis)*; wielk. nat. 1. Od strony grzbietowej. 2. Od strony brzusznej. (z Schuriga).

Owady latające i płazy, gdy zbiornik wysycha, przenoszą się do innego. Wiele drobnych organizmów, żyjących w zbiornikach tego rodzaju, wytwarza jaja o grubej błonie, które przez dłuższy czas mogą pozostawać poza wodą, nie tracąc zdolności do rozwoju. Jaja takie, zwane spoczynkowemi, są niezwykle odporne na działanie temperatury i suchości; pędzone wiatrem, przyczyniają się one do rozpowszechnienia gatunku na rozległych przestrzeniach.

Zwierzęta, żyjące w małych zbiornikach wody, zwykle rozwijają się z jaj z wielką szybkością. Nim zbiornik wyschnie, powstaje kilka pokoleń. Narazie rozród może odbywać się zapomocą jaj zwykłych, bez grubej błony; przytem u wielu gatunków jaja rozwijają się bez zapłodnienia — partenogenetycznie. Dopiero, gdy zbiornik poczyna wysychać, wytwarzają się jaja spoczynkowe.

Charakterystyczne dla wód okresowych są skrzelonogi (*Euphyllopoda*, rys. 43), szczególnie dwa gatunki przekopnic: na wiosnę występuje *Lepidurus apus* (rys. 43d),

w lecie przeważnie na gliniastem podłożu — *Apus cancriformis* (rys. 44). Zwykle także spotykają się tu w wielkiej ilości razem z innemi skorupiakami małżoraczki (*Ostracoda*, rys. 98).

ROZDZIAŁ III.

ŹRÓDŁO. POTOK. RZEKA.

Źródło.

Źródło, potok i rzeka byłyby to trzy zasadnicze rodzaje wód bieżących.

Źródłem nazywamy miejsce, gdzie woda wydostaje się z ziemi na powierzchnię. W najprostszym wypadku woda źródlana jest zimna i zawiera tylko nieznaczną ilość rozpuszczonych soli. Źródła gorące oraz mineralne, jako środowiska o bardzo wyspecjalizowanych warunkach życia, pozostawimy bez uwagi.

Wyróżniamy trzy grupy zwykłych źródeł:

1) L i m n o k r e n o w e — są to źródła, posiadające wanienkowate łożysko, które wypełnia się wodą od spodu; spływający nadmiar wody tworzy początek potoku. Podłoże takiego źródła zwykle jest muliste lub piaszczyste, często o bujnej roślinności.

2) W źródłach r e o k r e n o w y c h woda wytryska w płaszczyźnie poziomej i natychmiast spływa w dół. Źródła te nie posiadają wanienkowatego zagłębienia, dno ich jest żwirowate lub skaliste; roślinność ich zwykle bywa uboga.

3) Źródła h e l o k r e n o w e są zasilane przez wodę, powolnie wysiąkającą poprzez grubą warstwę ziemi. W ten sposób tworzą się mniej lub więcej rozległe moczary.

Źródła limnokrenowe pod względem warunków życia przypominają wody stojące; źródła reokrenowe, jako środowisko, zbliżone są do potoków górskich; źródła helokrenowe stanowią poniekąd środowisko pośrednie pomiędzy wodą a lądem.



Rys. 45. Rukiew wodna *(Nasturtium officinale)*; zmn.



Rys. 46. Przetacznik bobowniczek *(Veronica beccabunga)*; zmn.

(Według Potonié).

Charakterystyczną cechą źródeł jest stałość temperatury w ciągu roku. W źródłach Wigierskich w Suwalszczyźnie roczne wahania temperatury, według obserwacji Demla, nie przekraczają 2° C. Najniższa obserwowana temperatura wynosiła + 6,25° C., najwyższa + 7,5° C.

Poza tem woda źródlana, przesiąkając przez warstwy ziemi, przefiltrowuje się i jest bardzo czysta.

Stałością temperatury tłumaczy się oryginalny fakt, że okresowość w życiu organizmów, zamieszkujących źródła, nie jest tak wyraźna, jak w innych środowiskach. Nawet w zimie życie w źródłach nie ustaje.

Znamienne dla źródeł rośliny, jak rukiew wodna (*Nasturtium officinale*, rys. 45) i przetacznik bobowniczek (*Veronica beccabunga*, rys. 46) przez cały rok nie tracą swej zieleni i szczególnie w zimie bujnie się rozrastają.

Zwierząt, któreby żyły wyłącznie w źródłach, prawie nie mamy. Fauna źródlana posiada charakter niezwykle mieszany i składa się z gatunków, przystosowanych do życia w innych środowiskach.

W źródłach helokrenowych obok zwierząt wodnych spotykamy owady, pajęczaki, wije i mięczaki, zwykle żyjące na lądzie. W limnokrenach występują gatunki, charakterystyczne dla wód stojących; w zimie znajdują tu schronisko młode żaby; w limnokrenach między innemi przebywa swój rozwój salamandra plamista (*Salamandra maculosa*, rys. 47). Reokreny są zamieszkałe przez zwierzęta, przystosowane do życia w wodach wartko płynących.

Niska temperatura źródeł umożliwia życie u nas takim zwierzętom, które normalnie występują tylko w krajach północnych lub w wysokich górach. Według przypuszczenia badaczy, pewne gatunki zwierząt, jak n. p. wirek *Planaria alpina* (rys. 48), zawdzięczając niskiej i stałej tem-



Rys. 47. Salamandra plamista (*Salamandra maculosa*); wielk. nat. (według Landois z Dahla).

peraturze, przechowały się w źródłach z okresu lodowcowego aż do naszych czasów (relikty polodowcowe).



Rys. 48. Wypławek kryniczny *(Planaria alpina)*; pow. (według Micoletzky'ego z Böhmiga).



Rys. 49. Niphargus puteanus; pow. (według Vosselera z Lamperta).

Razem z wodą, wybijającą na powierzchnię ziemi, trafiają do źródeł zwierzęta, żyjące w wodach podziemnych (stygobionty). Będąc przystosowane do życia w ciemności, są one pozbawione oczu. Jako przykład takich stygobiontów, przytoczymy dwa ślepe gatunki skorupiaków: *Asellus cavaticus*, pokrewny ośliczce, i *Niphargus puteanus* (rys. 49), pokrewny kiełżowi.

Potok. Wody, ze źródeł płynące, tworzą potok. Potoki charakteryzują się wąskiem łożyskiem i wartkim prądem; dno posiadają w górach kamieniste, w nizinach żwirowe lub piaszczyste; woda jest czysta, zimna i bogata w tlen.

Znamienne jest dla potoków występowanie ryb łososiowatych. W górnym biegu potoku, najbliżej źródeł, gdzie prąd jest bardzo wartki, żyje pstrąg potokowy

(*Trutta fario*, Tab. VII a). Środkowy i dolny bieg jest siedliskiem lipienia (*Thymalus thymalus*, Tab. VIIb). Tu też odbywa się tarło łososia (*Salmo salar*) i troci (*Salmo trutta*); dwa te gatunki, pomimo, że żyją w morzu, odbywają jednak dalekie wędrówki do potoków dla składania ikry

Wobec tego potok można oznaczyć, jako strefę ryb łososiowatych; przytem rozpadałaby się ona na dwie krainy: 1) na krainę pstrąga potokowego i 2) na krainę lipienia.

Zwierzęta bezkręgowe, unikając zgubnego działania prądu, żyją przeważnie przy dnie potoku albo wśród roślin. Pływanie w otwartych wodach potoku byłoby dla drobnych zwierząt wysoce niebezpieczne, i z tego powodu przeważają formy pełzające i osiadłe. Larwy owadów i wodopójki, żyjące w potokach, często wcale nie posiadają urządzeń, któreby ułatwiały im pływanie, gdy tymczasem gatunki pokrewne, lecz żyjące w wodach zacisznych, są przystosowane do pływania.

Podobnież utrudnione jest oddychanie zwierząt powietrzem; w wodach spokojniejszych owady, oddychające powietrzem, co pewien czas wypływają na powierzchnię, ażeby zabrać nowy zapas tlenu; w potoku w podobnym wypadku zostałyby one porwane przez prąd; większość potokowych zwierząt oddycha przeto tlenem, rozpuszczonym w wodzie, przez skrzela lub skórę.

Ustawiczna walka z prądem spowodowała powstanie u zwierząt potokowych (Tab. VI) szeregu najrozmaitszych przystosowań, które dają im możność utrzymywania się na raz obranem podłożu.

Przedewszystkiem zwierzęta, żyjące przy dnie, są w bardzo wielu wypadkach wybitnie spłaszczone i całą brzuszną powierzchnią przylegają do podłoża. Spostrzegamy to u pijawki *Glossosiphonia complanata* (rys. 82),

u przytulika strumieniowego (*Ancylus fluviatilis,* Tab. VI, 3), u larwy jętki *Prosopistoma foliaceum* (Tab. VI, 2), u pluskwiaka *Aphelocheirus aestivalis* (Tab. VI,4) i u innych.

Często widzimy u larw owadów potokowych, że nóżki znajdują się w płaszczyźnie poziomej, gdy u larw, żyjących w innych środowiskach, nóżki zwykle zachowują postawę pionową. Poziome ułożenie nóżek pozwala larwom pełzać po dnie, nie unosząc ciała ku górze (Tab. VI, 1).

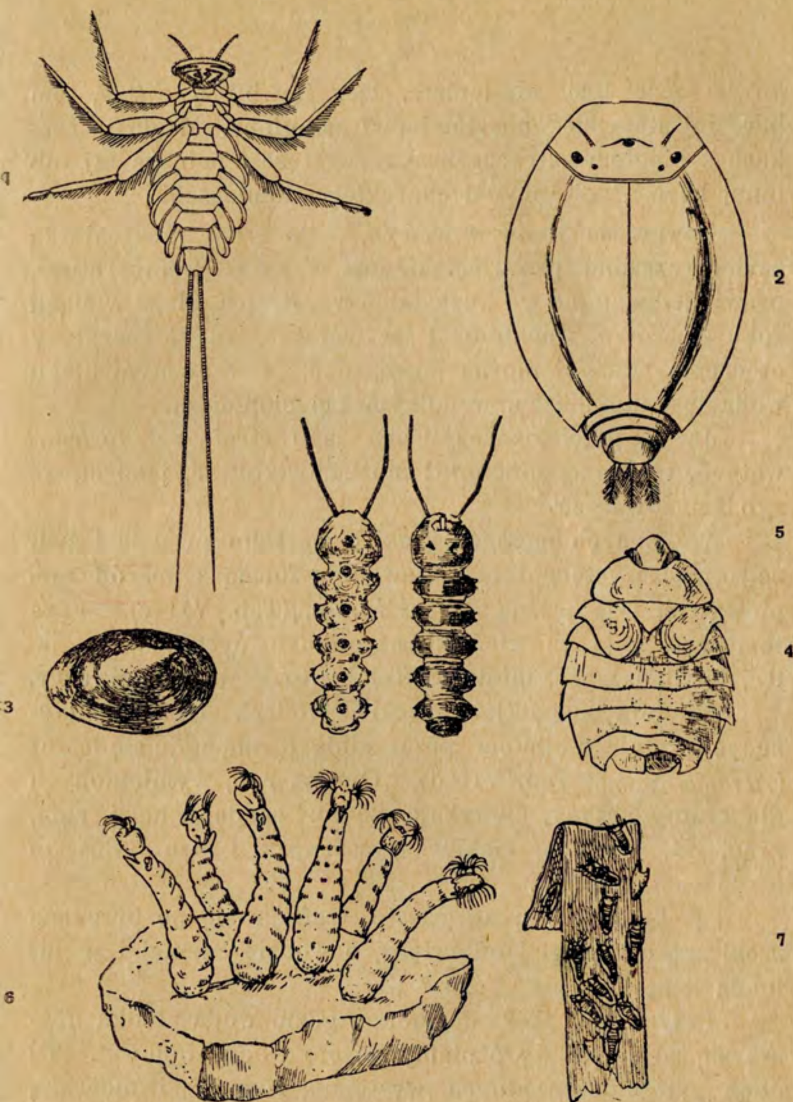
Szerokie zastosowanie u form potokowych znajdują różne narządy czepne. Larwy dokuczliwej meszki *Simulium reptans* (Tab. VI, 6) przytwierdzają się do kamieni, roślin wodnych i zanurzonych kawałków drzewa zapomocą haczyków, umieszczonych na tylnym końcu ciała. Larwa innego owadu dwuskrzydłego — *Liponeura brevirostris* (Tab. VI, 5) posiada na brzusznej stronie sześć przyssawek. Różne szczeci, grzebyki i haczyki, jakie spotykamy u stawonogów, zamieszkujących w potokach, służą również do walki z prądem.

Larwy chróścików obciążają w tym celu swe domki większemi kamykami. Pewne larwy, nie mówiąc już o poczwarkach, na stałe przytwierdzają swe domki do podłoża, jakby przyrastając do niego.

Prócz wszystkich tych urządzeń, utrzymujących zwierzęta na pewnem miejscu, organizmy potokowe posiadają jeszcze oryginalną właściwość poruszania się stale przeciwko prądowi wody (r e o t a k s j a). O ile więc nawet zostają one uniesione prądem, to, płynąc lub pełznąc przeciwko niemu, mogą powrócić do pierwotnego środowiska.

Rzeka. Z potoków powstaje rzeka. Łożysko rzeki jest szersze i głębsze, niż potoku. Szybkość prądu w miarę przechodzenia od górnego biegu ku środkowemu i dolnemu znacznie maleje. Tak samo dno rzeki począt-

Tab. VI. ZWIERZĘTA WÓD BIEŻĄCYCH.



1. Larwa jętki *Epeorus* (według Ulmera z Thienemanna); 2. Larwa jętki *Prosopistoma foliaceum* (według Ulmera ze Steinmanna); 3. Mięczak-przytulik *Ancylus fluviatilis* (według Lenza z Thienemanna); 4. Pluskwiak *Aphelocheirus* (ze Steinmanna); 5. Larwa owadu dwuskrzydłego *Liponeura brevirostris* (według Steinmanna); 6. Larwy owadu dwuskrzydłego *Simulium reptans* (według Miala i Ulmera ze Steinmanna); 7. Poczwarki *Simulium* (ze Steinmanna).

kowo może być kamieniste, lecz im bliżej ujścia, tem bardziej staje się ono ziemiste i zamulone. Woda w rzekach z biegiem zatraca przezroczystość i nabiera tej lub innej barwy, zależnie od charakteru domieszek.

Zawartość tlenu w wodzie, o ile tylko rzeki nie są zanieczyszczone przez ścieki, jest wysoka. Temperatura, prawie jednostajna we wszystkich warstwach, ulega w ciągu roku znacznym wahaniom i jest zależna od temperatury otoczenia. Naogół można powiedzieć, że w górnym biegu woda jest zimniejsza, w dolnym zaś cieplejsza.

Jeżeli potok oznaczyliśmy, jako strefę ryb łososiowatych, to rzekę podobnież można traktować, jako strefę ryb karpiowatych.

W górnych partjach rzeki o wartkim prądzie i żwirowo-piaszczystem dnie przewodnią formą z pośród karpiowatych jest brzana *Barbus barbus*, (Tab. VII c). Poza tem występują tu kleń, świnka, boleń, cyrta, ukleja, jelec, kiełb, jazgarz, miętus. Byłaby to k r a i n a b r z a n y.

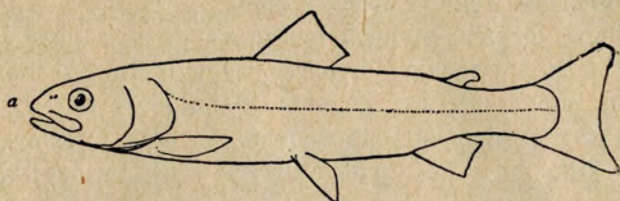
W dolnych partjach rzeki o wodach spokojnie płynących i dnie mulistem przewodnią formą staje się leszcz (*Abramis brama*, Tab. VII d). Oprócz ryb, wymienionych dla krainy brzany, spotykają się tu: sandacz, karp, sum, krąp, jaź, wzdręga, siekierka, szczupak i okoń. Jest to k r a i n a l e s z c z a.

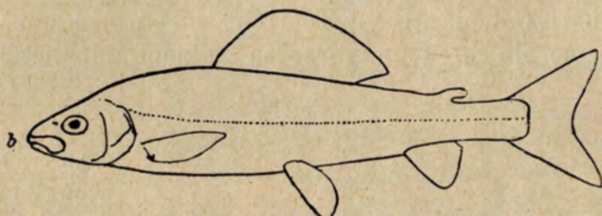
W krainie leszcza często trafiają się po brzegach rzeki stare odnogi i odlewiska, o wodzie ciepłej i zamulonej; żyją tu karaś, karp i lin.

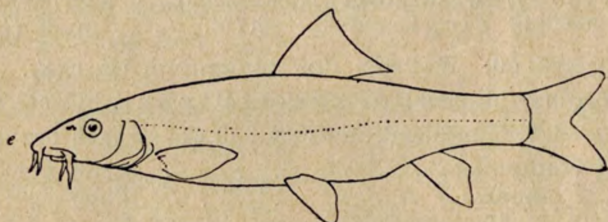
Przy ujściu rzeki do morza, gdzie woda słodka miesza się ze słoną, wyróżniamy strefę wody słonawej. Tu obok ryb słodkowodnych występują również i morskie; charakterystyczne dla tej strefy są węgorz, łosoś, troć, jesiotr, flądra, minog i ciernik.

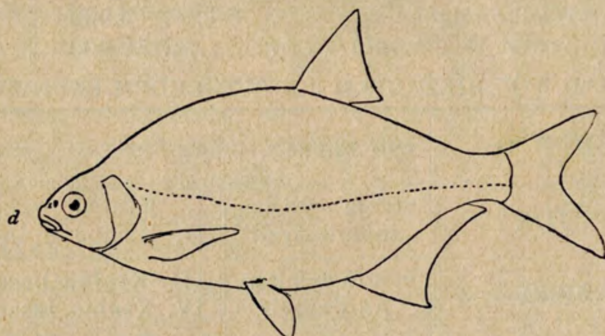
Na całej przestrzeni rzeki, niezależnie od powyż-

Tab. VII. R Y B Y.









a. Pstrąg potokowy *(Trutta fario)*; b. Lipień (*Thymalus thymalus)*; c. Brzana *(Barbus barbus)*; d. Leszcz *(Abramis brama)*. (Według Pappenheima z Hentschela.)

szego podziału na krainy, mogą się spotykać ryby wędrowne, jak węgorz, łosoś i inne.

Stare łososie płyną z morza na tarło w górę rzek, młode znów powracają do morza. Oryginalnie zachowuje się pod tym względem węgorz. Najmłodsze okresy spędza on w morzu; następnie wędruje do rzek i jezior, żyje w nich kilka lat i następnie odbywa wielką wędrówkę do Oceanu Atlantyckiego, gdzie na północny-wschód od wysp Antylskich na głębokości 1000 metrów składa ikrę. Wylęgające się młode węgorze są całkiem niepodobne do dorosłych, i przez długi czas przyjmowano je za odrębny gatunek (*Leptocephalus*, rys. 50). Wędrują one zpowrotem do rzek.



Rys. 50. Larwa węgorza (*Leptocephalus*) (według Zieglera z Dahla).

Według obliczeń Borowika i Dixona, bieżące wody rybne posiadają ogólną długość 32.639 km.; z tych przypada:

na Małopolskę	8.136	km
„ Pomorze	3.000	„
„ b. Królestwo Kongresowe	6.503	„
„ Wielkopolskę	5.000	„
„ Kresy Wschodnie	10.000	„

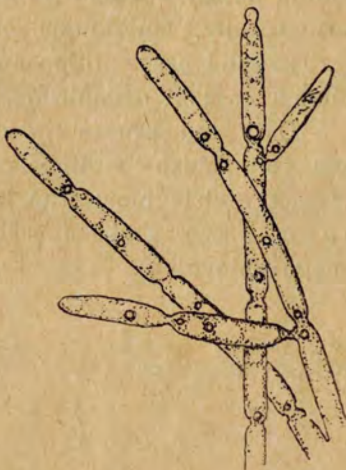
PODZIAŁ WÓD BIEŻĄCYCH POD WZGLĘDEM FAUNY RYB.

A.	ZRÓDŁO	ryb niema	—
B.	POTOK	strefa ryb łososiowatych	I. Kraina pstrąga II. Kraina lipienia
C.	RZEKA	strefa ryb karpiowatych	III. Kraina brzany IV. Kraina leszcza
D.	UJŚCIE rzeki	strefa ryb wody słonawej	V. Kraina stynki (w Wiśle)

Samooczyszczanie się rzek.

W miejscach, gdzie rzeka przepływa przez miasta, pod wpływem ścieków, szczególnie fabrycznych, charakter wody może ulec gwałtownej zmianie. Do rzeki wlewa się z miast ogromna ilość odpadków organicznych; woda staje się mętna i cuchnąca oraz zatraca wskutek wywiązujących się procesów rozkładowych swój tlen; organizmy, przystosowane do życia w wodzie czystej, znikają; powiadamy, iż rzeka się zanieczyszcza. Trwa to jednak tylko na krótkiej przestrzeni; już w nieznacznej odległości od miejsca, gdzie następuje zanieczyszczenie, woda rzeki znów nabiera właściwości pierwotnych, jakie posiadała przed przepłynięciem przez miasto. Tłumaczy się to tem, że wszelki zbiornik wody (rzeki, jeziora, stawy etc.), zanieczyszczonej odpadkami organicznemi, własnemi siłami je mineralizuje.

Gdy jakiś zbiornik ulega zanieczyszczeniu, wówczas zamiast organizmów, żyjących w wodach czystych i ogólnie zwanych katarobami, zjawiają się organizmy, przystosowane do życia w środowisku zanieczyszczonem i zwane saprobami. Zależnie od stopnia zanieczyszczenia wody, jaki jest niezbędny dla życia poszczególnych gatunków saprobów, dzielą się one na trzy grupy:



Rys. 51. Leptomitus lacteus; zn. pow. (według Pringsheima ze Steinmanna).

1) polisaproby — organizmy wód ściekowych (bakterje; grzyby *Sphaerotilus* i *Leptomitus*, rys. 51;

wiciowce, pożerające bakterje; skąposzczet *Tubifex*, rys. 28).

2) mezosaproby — organizmy wód bardzo zanieczyszczonych (różne gatunki sinic, okrzemek i zielenic; czerwone larwy *Chironomus*, rys. 32; *Asellus aquaticus*, rys. 99).

3) oligosaproby — organizmy wód słabo zanieczyszczonych (gatunki, występujące w strefie pelagicznej jezior bałtyckich).

W wodach ściekowych rozwijają się najpierw w wielkiej ilości polisaproby. Zużywają one na budowę własnego ciała odpadki organiczne, i po pewnym czasie zbiornik oczyszcza się do tego stopnia, że polisaproby nie znajdują w nim w dostatecznej ilości pożywienia. Wówczas na zmianę zjawiają się mezosaproby, które powodują dalszy rozkład związków organicznych. Tak samo mezosaproby, zmieniając charakter środowiska, zostają wyrugowane przez oligosaproby, które ostatecznie mineralizują związki organiczne.

Cały ten proces, w ciągu którego kolejno występują poli-, mezo- i oligosaproby... i w wyniku którego powracają wodzie pierwotne jej właściwości, nazywa się samooczyszczaniem się rzeki (względnie jeziora, czy innego zbiornika).

CZĘŚĆ II.
SYSTEMATYCZNY PRZEGLĄD ORGANIZMÓW SŁODKOWODNYCH.

ROZDZIAŁ IV.
KLUCZ KWIATOWYCH — PHANEROGAMES.

Poniżej załączony klucz zawiera typowe rośliny wodne oraz pewne gatunki roślin błotnych.

1. Drobne, w postaci zielonych łuseczek, rośliny nieprzytwierdzone do podłoża (*Rzęsowate — Lemnaceae.* Rys. 52) 2
0. Rośliny o innym wyglądzie 6

2. Z korzeniami 3
0. Bez korzeni . . . . Wolfia bezkorzeniowa (*Wolffia arrhiza* Rys. 52 a).

3. Każda łuseczka z pękiem korzeni Spirodela wielokorzeniowa (*Spirodella polyrrhiza.* Rys. 52 p).
0. Każda łuseczka z jednym tylko korzeniem 4

4. Łuseczki trójdzielne . . . . Rzęsa trójrowkowa (*Lemna trisulca.* Rys. 52 t).
0. Łuseczki okrągławe 5

5. Łuseczki po obu stronach płaskie . Rzęsa drobna (*Lemna minor.* Rys. 52 m).
0. Łuseczki po stronie dolnej kulisto wypukłe . . . . Rzęsa garbata (*Lemna gibba.* Rys. 52 g).



Ryz. 52. Rzęsowate *(Lemnaceae).*

t — Rzęsa trójrowkowa *(Lemna trisulca).*

m — Rzęsa drobna *(Lemna minor).*

p — Spirodela wielokorzeniowa *(Spirodella polyrrhiza).*

g — Rzęsa garbata *(Lemna gibba).*

a — Wolfia bezkorzeniowa *(Wolffia arrhiza).*

(Według Potonié).

6. Rośliny o liściach pływających lub zanurzonych; jedynie kwiaty mogą wznosić się ponad wodę 7
0. Rośliny o liściach nadwodnych 47

7. Rośliny o liściach pływających 8
0. Rośliny o liściach zanurzonych 18

Rośliny o liściach pływających.

8. Liście duże, o szerokości ponad 10 cm. 9
0. Liście o szerokości poniżej 5 cm. 12

9. Kwiaty białe *(Grzybienie—Nymphaea)* 10
0. Kwiaty żółte *(Grążel—Nuphar).* 11

10. Znamię lejkowate, żółte lub czerwone. Nitki najwewnętrzniejszych pręcików szersze od pylników . . Grzybienie północne *(Nymphaea candida).*

0.	Znamię tarczowate, żółtawe. Nitki najwewnętrzniejszych pręcików nie szersze od pylników	Grzybienie białe (*Nymphaea alba*. Tab. I. 4).
11.	Znamię lejkowato wgłębione, całobrzegie. Pylniki 3—4 razy dłuższe, niż szerokie	Grążel żółty (*Nuphar luteum*).
0.	Znamię płaskie, ząbkowane. Pylniki tylko do 2 razy dłuższe, niż szerokie	Grążel drobny (*Nuphar pumilum*).
12.	Liście rombowate, o ogonkach rozdętych, zebrane w różyczkę . .	Kotewka orzech wodny (*Trapa natans*).
0.	Liście o innym wyglądzie . . .	 13
13.	Roślina przytwierdzona do podłoża	 14
0.	Roślina nie przytwierdzona do podłoża. Liście prawie koliste, u nasady blaszki sercowato wycięte; kwiaty białe	Żabiściek pływający (*Hydrocharis morsus ranae*. Rys. 39).
14	Kwiaty pojedyńcze, duże, żółte, o pięciu tylko pręcikach. Liście okrągłe, w nasadzie wycięte . .	Grzybieńczyk wodny (*Nymphoides peltata*).
0	Kwiaty w zwartych kwiatostanach	 15
15.	Kwiaty zebrane w kuliste kwiatostany. Łodyga nierozgałęziona. Liście 2—8 mm szerokości. Główek męskich tylko 1—2.	Jeżogłówka najmniejsza (*Sparganium minimum*).
0.	Kwiaty zebrane w kłosy . . .	 16
16	Kłosy różowe	Rdest ziemno-

wodny (*Polygonum amphibium*. Rys. 18)

0. Kłosy zielone lub brunatne (*Rdestnica—Potamogeton*) 17

17. Ogonki liści po stronie górnej rynienkowato wyżłobione. Blaszka liści pływających do 12 cm dł. i 5 cm szer., jajowata, o nasadzie sercowatej, skórzasta. Głąbiki[1]) nie grubsze od łodygi. . . . . Rdestnica pływająca (*Potamogeton natans*).

0. Ogonki liści po stronie górnej niewyżłobione. Blaszka liści pływających do 10 cm dł. i 5 cm szer., skórzasta Głąbiki[1]) grubsze od łodygi . . . . Rdestnica nawodna (*Potamogeton fluitans*).

Rośliny o liściach zanurzonych.

18. Liście całe 19
0. Liście pierzasto- lub dłoniastodzielne 35

19. Liście zebrane w różyczkę, równowąskie, ostro piłkowane . . . Osoka aloesowata (*Stratiotes aloides*. Tab. II, 1).
0. Roślina o innym wyglądzie 20

20. Liście naprzeciwległe (po 2) 21
0. Liście inaczej ustawione 28

21. Liście ząbkowane; każdy ząb zakończony krótkim kolcem; łodyga sztywna i bardzo krucha (*Jezierza—Najas*). 22
0. Liście bez kolców 24

22. Łodyga gładka 23

[1]) Głąbik = szypułka kwiatostanu.

0. Łodyga opatrzona kolcami . . Jezierza morska (*Najas marina*).

23. Liście giętkie, proste . . . . Jezierza giętka (*Najas flexilis*).

0. Liście kruche, odgięte . . . . Jezierza mniejsza (*Najas minor*).

24. Kwiaty białe lub różowe 25

0. Kwiaty bez wyraźnego okwiatu. Liście u nasady najszersze, na końcu wycięte . . . . Rzęśl jesienna (*Collitriche autumnalis*).

25. Liście w miejscu przytwierdzenia do łodygi rozszerzone . . . . Zdrojek wodny (*Montia rivularis*).

0. Liście w miejscu przytwierdzenia do łodygi nie rozszerzone 26

26. Pręcików 8 . . . . Nadwodnik naprzeciwlistny (*Elatine hydropiper*).

0. Pręcików 3—6 27

27. Pręcików 3 . . . . Nadwodnik trójpręcikowy (*Elatine triandra*).

0. Pręcików 6 . . . . Nadwodnik sześciopręcikowy (*Elatine hexandra*).

28. Liście naprzemianległe. Kwiaty w zielonawych lub brunatnych kłosach (*Rdestnica - Potamogeton*). 29

0. Liście w okółkach 31

29. Łodyga obła 30

0. Łodyga czworograniasta, brzeg liści falisty . . . . Rdestnica kędzierzawa (*Potamogeton crispus*).

30. Głąbik[1]) grubszy od łodygi. Liście lancetowate, 8—14 cm dł., na krót-

---

[1]) Głąbik = szypułka kwiatostanu.

kich uskrzydlonych ogonkach; szczyt liści wyciągnięty w kolec; ogonki jednakowej długości u liści dolnych i górnych . . . . . Rdestnica połyskująca (*Potamogeton lucens*).

0. Głąbik[1]) nie grubszy od łodygi. Liście jajowate, do 7 cm dł., siedzące, nasadą obejmujące łodygę; brzeg liści ząbkowany . . . . . . Rdestnica przeszyta (*Potamogeton perfoliatus*).

31. W okółku 3 liście 33
0. W okółku więcej liści 32

32. W okółku 8—12 liści . . . . Przęstka pospolita (*Hippuris vulgaris*).

0. W okółku mniej liści; liście ząbkowane . . . . Przesiąkra okółkowa (*Hydrilla verticillata*).

33. Liście jajowate . . . . . Moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis*).

0. Liście nitkowate (*Zamętnica - Zannichellia*). 34

34. Owoce siedzące . . . . . . Zamętnica błotna (*Zannichellia palustris*).

0. Owoce na trzoneczkach . . . Zamętnica trzoneczkowata (*Zannichellia pedicellata*).

35. Liście z drobnemi pęcherzykami (*Pływacz - Utricularia*) 36
0. Liście bez pęcherzyków 38

36. Liście dwojakie: zielone i bezbarwne 37

---

[1]) Głąbik = szypułka kwiatostanu.

0. Wszystkie liście zielone. Kwiat jaskrawo żółty . . . . Pływacz pospolity (*Utricularia vulgaris.* Rys. 16).

37. Liście zielone z pęcherzykami. Kwiat blado-żółty; ostroga bardzo krótka . . . . Pływacz drobnokwiatowy (*Utricularia minor*).

0. Liście zielone bez pęcherzyków. Kwiat cytrynowo-żółty; ostroga prawie równa długości dolnej wargi korony . . . . Pływacz średni (*Utricularia intermedia*).

38. Liście dłoniastodzielne 39
0. Liście pierzastodzielne 44

39. Ulistnienie skrętoległe (*Jaskier-Ranunculus*) 40
0. Ulistnienie okółkowe (*Rogatek-Ceratophyllum*) 43

40. Liście podwodne o odcinkach, skierowanych w jedną stronę; po wyjęciu z wody liście skupiają się pendzlowato . . . . Jaskier rzeczny (*Ranunculus fluitans*).

0. Liście podwodne o odcinkach, skiewanych w różne strony 41

41. Liśaie podwodne bez ogonków, po wyjęciu z wody nie skupiające się. Jaskier krążkolistny (*Ranunculus circinatus*).

0. Liście podwodne z ogonkami 42

42. Pręcików więcej, niż 20 . . . Jaskier wodny (*Ranunculus heterophyllus*).

0. Pręcików mniej, niż 20 . . . . Jaskier skąpopręcikowy (*Ranunculus paucistamineus*).

43. Liście o 2—4 odcinkach . . . Rogatek szorstki *(Ceratophyllum demersum).*

0. Liście o 5—8 odcinkach . . . Rogatek gładki *(Ceratophyllum submersum).*

44. Ulistnienie skrętoległe (liście w różyczce) . . . . Okrężnica bagienna *(Hottonia palustris).*

0. Ulistnienie okółkowe *(Wywłocznik - Myriophyllum)* 45

45. Kwiaty w okółkach 46

0. Kwiaty ułożone skrętolegle . . Wywłocznik skrętoległy *(Myriophyllum alterniflorum).*

46. Wszystkie przysadki kwiatów pierzastodzielne . . . . Wywłocznik okręgowy (*Myriophyllum verticillatum*).

0. Przysadki górnych kwiatów całobrzegie . . . . Wywłocznik kłosowy *(Myriophyllum spicatum.* Tab. II, 2).

Rośliny o liściach, wznoszących się ponad wodę.

47. Liście całe 48

0. Liście podzielone na części 63

48. Roślina do 4 m wysokości. Łodyga wewnątrz pusta, kolankowata, sinozielona. Liście na łodydze w dwa rzędy. Kwiatostan dużą wiechą (do 50 cm dł.) odcienia brunatnego . Trzcina pospolita *(Phragmites communis.* Tab. I, 2).

0. Roślina o innym wyglądzie 49

49. Łodyga 1—3 m wysokości, bez li-

	ści, obła, grubości 1—1,5 cm, żywo zielona	**Sitowie jeziorne** (*Scirpus lacustris.* Tab. I, 3).
0.	Roślina o innym wyglądzie	50
50.	Liście skupione w nasadzie łodygi lub wzdłuż całej łodygi w okółkach	51
0.	Ulistnienie skrętoległe	59
51.	Liście w nasadzie łodygi	52
0.	Liście wzdłuż łodygi	58
52.	Liście bez ogonka	53
0.	Liście z ogonkiem	55
53.	Liście na brzegu kolczasto-piłkowane	**Osoka aloesowata** (*Stratiotes aloides.* Tab. II, 1).
0.	Liście na brzegu bez kolców	54
54.	Liście mieczowate. Kwiaty zebrane w żółto-zieloną wałkowatą kolbę.	**Tatarak zwyczajny** (*Acorus calamus*).
0.	Liście trójkanciaste. Różowawe kwiaty zebrane w baldaszek . .	**Łączeń baldaszkowy** (*Butomus umbellatus.* Tab. I, 1).
55.	Liście strzałkowate lub sercowate.	56
0.	Liście jajowate, eliptyczne lub lancetowate (*Żabieniec - Alisma*).	57
56.	Liście strzałkowate	**Strzałka wodna** (*Sagittaria sagittifolia.* Rys. 19).
0.	Liście sercowate. Kwiatostan w pochwie zewnątrz zielonej, wewnątrz białej	**Czermień błotny** (*Calla palustris*).
57.	Łodyga prosta. Liście żywo-zielone. Pylniki dwa razy tak długie, jak szerokie	**Żabieniec pospolity** (*Alisma plantago*).

0.	Łodyga ukośna. Liście szaro-zielone. Pylniki tak długie, jak szerokie	Żabieniec łukowaty (*Alisma arcuatum*).
58.	Liście po 8—12 w okółku . . .	Przęstka pospolita (*Hippuris vulgaris*).
0.	Liście nadwodne po 3 w okółku .	Nadwodnik okółkowy (*Elatine alsinastrum*).
59.	Kwiaty duże, żółte. Liście szablaste.	Kosaciec żółty (*Iris pseudoacorus*).
0.	Kwiaty drobne, w zwartych kwiatostanach	 60
60.	Kwiatostany kuliste, zielone (*Jeżogłówka - Sparganium*) . . .	 61
0.	Kwiatostany walcowate, brunatne (*Pałka - Typha*)	 62
61.	Łodyga rozgałęziona; liście sztywne.	Jeżogłówka gałęzista (*Sparganium ramosum*).
0.	Łodyga nie rozgałęziona; liście trójkanciaste	Jeżogłówka pojedyńcza (*Sparganium simplex*).
62.	Liście 3—10 mm szerokości . .	Pałka wąskolistna (*Typha angustifolia*).
0.	Liście 10—20 mm szerokości . .	Pałka szerokolistna (*Typha latifolia*).
63.	Liście trójlistkowe. Kwiaty w gronach, różowe	Bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata*).
0.	Liście 5—7 dzielne; kwiaty ciemnopurpurowe	Siedmiopalecznik błotny (*Comarum palustre*).

ROZDZIAŁ V.

PIERWOTNIAKI — PROTOZOA.

Pierwotniaki dzielimy na cztery gromady: wiciowce, korzenionóżki, sporowce i wymoczki.

Wiciowce — Flagellata.

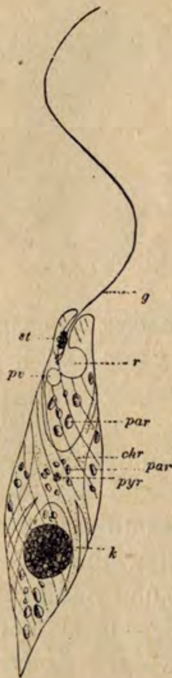
Wiciowce są to pierwotniaki, poruszające się przy pomocy wici. Niektóre z nich posiadają ziarnka chlorofilu i z tego powodu mogą być traktowane również i jako rośliny.

Euglena zielona (*Euglena viridis*) powoduje zakwity w drobnych zanieczyszczonych zbiornikach wody. Wrzecionowate jej ciało (rys. 53), o długości 0,052 mm i szerokości 0,014 mm, opatrzone jest na przednim końcu długą wicią. Wpobliżu nasady wici wewnątrz komórki znajduje się tętniczka oraz z boku tej czerwona plamka o funkcji przypuszczalnie wzrokowej. Jądro znajduje się w tylnej części ciała.

Zapomocą chlorofilu, nadającego zielone zabarwienie całej komórce, euglena asymiluje z wody dwutlenek węgla i wytwarza węglowodan paramylum, pokrewny skrobi. Pod tym względem euglena przypomina roślinę.

Podczas zakwitów spotykano euglenę w ilości do 46,000 osobników na 1 cm^3 wody.

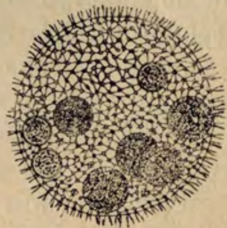
Pokrewna jej *Euglena sanguinea* zawiera obok chlorofilu jeszcze barwik czerwony (hematochrom); wywołuje ona zrzadka czerwone zakwity wody (t. zw. „krwawe deszcze”).



Rys. 53. Euglena zielona *(Euglena viridis)*; zn. pow. g — wić, st — plamka oczna (stigma), r — zbiornik tętniczki, pv — tętniczka, par — paramylum, chr — chromatofor, pyr — pyrenoid, k — jądro. (według Stempella i Kocha).

Toczek (*Volvox globator*) jest to twór kolonjalny kształtu zlekka elipsoidalnego; ciało jego, o średnicy 0,6 — 0,8 mm, składa się z przeszło 20,000 komórek, z których każda opatrzona jest w dwie wici. Kula (rys. 54), jaką tworzy ten organizm, wewnątrz jest czcza, i wszystkie komórki ułożone są przy jej powierzchni w jedną warstwę, wiciami nazewnątrz; pomiędzy komórkami znajduje się masa galaretowata, która je spaja; poprzez tę masę przebiegają mostki protoplazmatyczne, łączące komórki pomiędzy sobą. Poszczególne komórki posiadają kształt nieco gwiaździsty, ponieważ mostki protoplazmatyczne nie odcinają się ostro od samych komórek. Uderzenia wici powodują ruch całej kolonji.

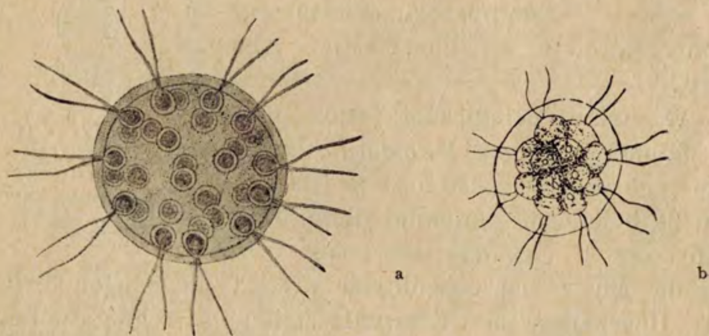
Pewne nieco większe komórki toczka pozbawione są wici; gdy poczynają one się dzielić, wówczas nowopowstałe komórki zagłębiają się wewnątrz kuli i wytwarzają tu nowe kolonje. Bardzo często spotykamy toczki, zawierające wewnątrz powstałe w ten sposób młode pokolenie w liczbie 8 ko-


Rys. 54. Toczek *(Volvox globator)*; zn. pow. (z Lamperta p.r.).

lonij. Po pewnym czasie powłoka macierzystej kolonji rozrywa się i młode toczki wydostają się nazewnątrz. Oprócz tego toczek może rozradzać się zapomocą komórek jajowych i plemników, które wytwarzają się na tej samej kolonji (o b u p ł c i o w o ś ć). Razem z gatunkiem następującym spotyka się *Volvox globator* często w mniejszych zbiornikach wody stojącej.

Volvox aureus różni się od poprzedniego tem, że poszczególne komórki kolonji są wyraźnie okrągłe. Komórki jajowe i plenniki rozwijają się u tego gatunku nie na tej samej kolonji, lecz na różnych (r o z d z i e l n o p ł c i o w o ś ć). Średnica jego wynosi 0,2—0,8 mm.

Podobnież, jak i toczek, wytwarzają sferyczne kolonje dwa następujące gatunki: *Eudorina elegans* (rys. 55a), której kolonja składa się z 32 komórek, i *Pandorina morum* (rys. 55b), której kolonja zawiera tylko 16 komórek.



Rys. 55. a. *Eudorina elegans*; zn. pow. (ze S t e u e r a); b. *Pandorina morum*; zn. pow. (z S e l i g o).

Oba gatunki spotykają się często w tych samych zbiornikach, gdzie występują toczki.

Do kolonjalnych wiciowców należy również rodzaj *Dinobryon*, wytwarzający krzewiasto rozgałęzione kolonje



Rys. 56. Kolonja *Dinobryon sociale*; zn. pow. (z Z a c h a r i a s a).

Każda komórka takiej kolonji posiada dwie nierównej długości wici i jest ukryta w przejrzystym domku kształtu dzwonkowatego; protoplazma zawiera chlorofil. Gatunki z rodzaju *Dinobryon* (rys. 56) występują w planktonie jezior i stawów, powodując czasami żółto-zielone zakwity.

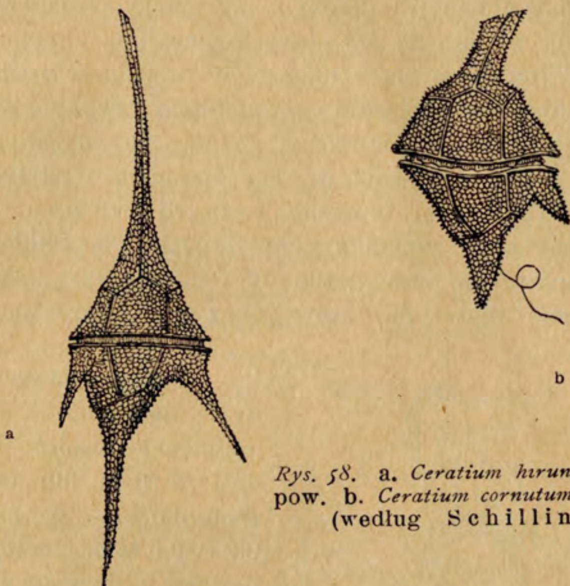
Na planktycznych okrzemkach bardzo często można spotkać drobnego (0,02 mm) wiciowca, który jak i *Dinobryon* posiada domek; jest to *Diplosiga frequentissima* (rys. 57). Nie będąc pasorzytem, *Diplosiga* przytwierdza się na krótkiej łodyżce do skorupek okrzemek i korzysta z nich, jako z punktów oparcia. Wobec tego zaliczamy ją do t. zw. b i e r n e g o p l a n k t o n u.



Rys. 57. Diplosiga frequentissima; zn. pow. (z S c h u r i g a).

W strefie pelagicznej jezior pospolity jest gatunek *Ceratium hirundinella* (rys. 58a). Ciało jego zprzodu zakończone jest jednym, ztyłu 2—3 kolcami zmiennej długości. Błona komórkowa u *Ceratium* jest gruba i twarda i składa się z poszczególnych płytek; posiada on dwie wici. Uderzająca jest niezwykła zmienność tego gatunku. Wymiary jego wahają się między 0,095—0,400 mm. Na wiosnę *Ceratium hirundinella* posiada tylko 3 kolce; w okresie letnim pojawia się czwarty kolec, który ku jesieni znika (z m i e n n o ś ć s e z o n o w a). Poza tem znacznym wahaniom ulegają długość kolców i rozchylenie kątów pomiędzy niemi. Rozwijając się masowo w planktonie, *Ceratium hirundinella* powoduje żółto-brunatne zabarwienie wody.

Inny gatunek z tego samego rodzaju *Ceratium cornutum*, występujący tak w jeziorach, jak i w drobnych zbior-



Rys. 58. a. *Ceratium hirundinella*; zn. pow. b. *Ceratium cornutum*; zn. pow. (według Schillinga).

nikach, jest znacznie mniejszy (0,097 — 0,150 mm) i posiada kolce stosunkowo krótsze, przyczem przedni kolec jest pochylony wbok i skośnie stępiony (rys. 58b).

Z wiciowców pasorzytniczych wymienimy gatunek *Trypanoplasma borelli*, często spotykany przy rozpatrywaniu krwi rybiej (szczególnie u karpia) pod mikroskopem



Rys. 59. Trypanoplasma borelli we krwi karpia; zn. pow. (według Plehna).

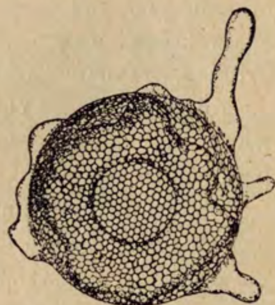
(rys. 59). Długość ciała tego wiciowca sięga do 0,03 mm); posiada on dwie wici. Pasorzyt ten, pokrewny trypanozomie, powodującej śpiączkę u murzynów, często staje się przyczyną wyginięcia w stawach narybku karpia; zakażają się nim ryby przez ukąszenie pijawki *Piscicola geometra*, która jest pośrednim żywicielem trypanoplazmy.

Korzenionóżki — Rhizopoda. Korzenionóżki różnią się od wiciowców tem, że poruszają się zapomocą niestałych wypustek protoplazmy, zwanych nibynóżkami. W najprostszym wypadku korzenionóżki są całkiem nagie, u pewnych zaś gatunków znajdujemy skorupkę z twardego materjału, która okrywa protoplazmę pierwotniaka.



Rys. 60. Pełzak *(Amoeba proteus)* zn. pow. (według Schmeila z Schuriga).

Na mulistem dnie drobnych zbiorników spotyka się pełzak (*Amoeba proteus*). Jest to (rys. 60) naga korzenionóżka, o średnicy 0,2 — 0,5 mm. Protoplazma pełzaka składa się z dwóch warstw: zewnętrzna jest jasna i nazywa się ektoplazma, wewnętrzna jest ciemniejsza oraz ziarnista i nazywa się endoplazma. W protoplazmie można wyróżnić jądro, tętniczkę oraz cząstki pokarmu (np. okrzemki).



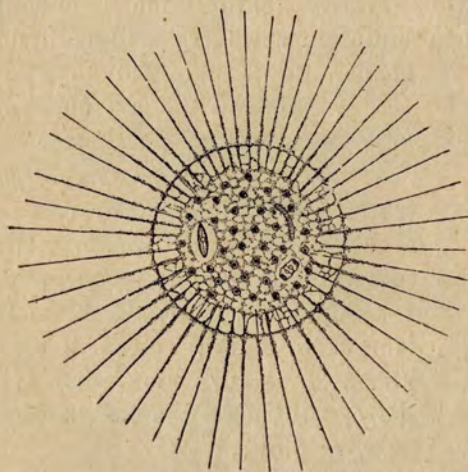
Rys. 61. *Arcella vulgaris*; zn. pow. (według Schuriga).

Nibynóżki u pełzaka są liczne, dość grube i czasami rozgałęzione.



Rys. 62. Difflugia acuminata; zn. pow. (według Vosselera z Lamperta).

Arcella vulgaris (rys. 61) posiada chitynową skorupkę, która u góry jest wypukła w postaci szkiełka zegarkowego, u spodu zaś jest płaska z otworem pośrodku; wewnątrz skorupka jest wypełniona protoplazmą z dwoma lub kilku jądrami; przez otworek u spodu skorupki wydostają się nazewnątrz płaciaste nibynóżki. Sama skorupka przy silnem powiększeniu wykazuje delikatną kratkowaną budowę. U osobników młodych skorupka jest jasnożółta, u starszych posiada ona barwę ciemnobrunatną. Szerokość skorupki wynosi 0,05 — 0,20 mm.



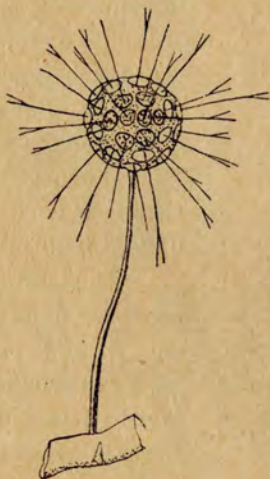
Rys. 63. Actinosphaerium eichhorni; zn. pow. (według Schmeila z Schuriga).

Szczególnie często spotyka się *Arcella vulgaris* w wodach torfiastych. Zwykle żyje ona przy dnie i na roślinach; lecz czasem wytwarzają się u niej w protoplazmie pęcherzyki gazów, przez co *Arcella* automatycz-

nie odrywa się od podłoża i unosi się na powierzchnię wody.

U *Arcella* skorupka wytwarza się z własnych wydzielin ciała, natomiast u różnych gatunków z rodzaju *Difflugia* (rys. 62) skorupka jest zbudowana z obcych cząsteczek, jak np. z ziarn piasku, okrzemek i t. p.

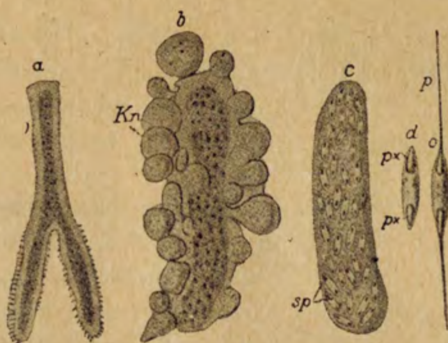
Dla poprzednich gatunków korzenionóżek charakterystyczne było posiadanie płaciastych nibynóżek; grupa zaś słonecznic (*Heliozoa*) wyróżnia się kulistym kształtem ciała oraz cienkiemi nibynóżkami, które są ułożone nakształt promieni. W stojących wodach łatwa jest do znalezienia duża (do 1 mm w średnicy) słonecznica mleczno-białej barwy—*Actinosphaerium eichhorni* (rys. 63). Jest to wielojądrowy pierwotniak o protoplazmie wyraźnie zróżnicowanej na dwie warstwy (ektoplazma i endoplazma) i zawierającej dużo tętniczek; wewnątrz każdej nibynóżki znajduje się stałe włókno osiowe.


Rys. 64. Clathrulina elegans; zn. pow. (z Schuriga).

W wodach torfiastych występuje słonecznica, prowadząca życie osiadłe — *Clathrulina elegans* (rys. 64); na długiej łodyżce przytwierdza się ona do podłoża; protoplazmatyczne ciało jej okryte jest krzemionkową skorupką w postaci sferycznej siatki; wewnątrz protoplazmy znajduje się jedno tylko jądro; nibynóżki na końcu często są rozwidlone.

Sporowce—Sporozoa. Sporowce są to wyłącznie pasorzytne pierwotniaki, które charakteryzuje złożony różnoród przy pomocy t. zw. spor.

Najłatwiejszy do zdobycia w wodach słodkich jest gatunek *Myxidium lieberkühni* (rys. 65). Prawie u każdego szczupaka w pęcherzu moczowym można napotkać tego pasorzyta w wielkiej ilości. Długość jego ciała sięga 0,3 mm; zarys jest płaciasty; wewnątrz może zawierać wiele jąder; starsze osobniki są wypełnione wrzecionowatemi sporami. Aczkolwiek *Myxidium* czasami całkowicie wypełnia pęcherz moczowy u ryb, jednak szkodliwość jego dotychczas nie została stwierdzona.



Rys. 65. Myxidium lieberkühni; zn. pow. a — okaz z rzęskami, b — okaz pączkujący, c — okaz zawierający spory, d — dwie spory. Kn = pączki; sp = spory; px = torebki biegunowe; p = włókno biegunowe (z Plehna).

U ciernika często spotykają się na ciele narosty (rys. 66), spowodowane przez sporowca, zwanego *Glugea*



Rys. 66. Narosty na cierniku, spowodowane przez sporowca *Glugea anomala*; wielk. nat. (według Hofera z Plehna).

anomala. Podobne schorzenia spotykają się u ryb łososiowatych i karpiowatych.

Wogóle sporowce często mogą spowodować wielkie zniszczenia w gospodarce rybnej.

Wymoczki — Infusoria. Wymoczki są to najwyżej organizowane pierwotniaki, poruszające się przy pomocy rzęsek. Rzęski mogą okrywać albo całe ciało wymoczka, albo tylko pewne części. Co najmniej spotykamy u wymoczków dwa różnej wielkości jądra: większe zowie się makronukleus, mniejsze — mikronukleus.

Jednym z największych wymoczków, jakie spotykamy w wodach słodkich, jest *Spirostomum ambiguum* (rys. 67).



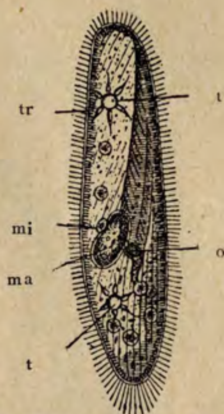
Rys. 67. Spirostomum ambiguum; zn. pow. (według Vosselera z Lamperta).

Żyje on przy dnie wśród butwiejących liści. Niezwykłą jak na pierwotniaka długością, sięgającą do 5 mm, robaczkowatym kształtem ciała oraz białą barwą przy oświetleniu z góry—wyróżnia się ten gatunek od innych wymoczków. Wewnątrz zawiera on wydłużone jądro perełkowatego kształtu.

Pospolicie znany jest pantofelek (*Paramaecium caudatum*), który (rys. 68) w wodach stojących natrafia się zwykle w pojedyńczych okazach, w nastojach zaś na sianie rozwija się w ogromnej ilości osobników. Przy zakładaniu kultury pantofelka wskazane jest dodać do nastoju kawałek skrzel żywej szczeżui lub skójki. Na małżach zwykle znajdują się pantofelki, i przenosząc je razem z kawałkiem skrzel do nastoju, można mieć pewność

że w krótkim czasie otrzymamy bogatą kulturę pierwotniaków.

Gdy pantofelek posiada otworki ustny i odbytowy, pokrewny mu pasorzytniczy gatunek — *Opalina ranarum* (rys. 69), który łatwo jest znaleźć w wielkiej ilości w steku u żaby, otworków tych nie posiada i pobiera pokarm, wchłaniając go przez błonę komórkową. Jeżeli oglądać pod mikroskopem zawartość steku żaby, wówczas napotykamy te pasorzyty w postaci dużych (0,6 — 0,7 mm) płaskich wielojądrowych komórek.



Rys. 68. Pantofelek (*Paramaecium caudatum*); zn. pow. o — otwór ustny, t — tętniczka, tr — trichocysty, ma — makronukleus, mi — mikronukleus (według Szewiakowa z Clausa).

Ciało poprzednich gatunków wymoczków jest okryte rzęskami ze wszystkich stron. U *Stylonychia mytilus* (rys. 70) spotykamy rzęski wyłącznie na stronie brzusznej, grzbietowa zaś strona jest naga. Oprócz rzęsek posiada ona jeszcze sztywne wyrostki. Długość jej wynosi 0,1 — 0,3 mm. Występuje *Stylonychia* na roślinach wodnych.



Rys. 69. Opalina ranarum; zn. pow. (według Vosselera z Lamperta).



Rys. 70. Stylonychia mytilus; zn. pow. (z Lamperta p.r.).

Vorticella nebulifera (rys. 71) jest to wymoczek, prowadzący życie osiadłe;



Rys. 71. Vorticella nebulifera; zn. pow. (według G e r m a i n a).

dzwonkowate swe ciało przytwierdza ona do roślin wodnych; szczególnie łatwo ją znaleźć na rzęsie wodnej. W stanie wydłużonym ciało wynosi 0,04 — 0,09 mm, łodyżka jest pięć razy dłuższa; przy podrażnieniu łodyżka się kurczy, jak sprężynka; rzęski znajdują się u *Vorticella* jedynie tylko dokoła otworu ustnego na rozszerzonym końcu ciała. Gatunek ten zwykle osiedla się na podłożu w wielkiej ilości osobników, co przy rozpatrywaniu gołem okiem wywiera wrażenie delikatnej mgły (stąd nazwa — *nebulifera*). Czasami bywa *Vorticella* barwy zielonej, spowodowanej przez współżyjące glony (s y m b i o z a).

Epistylis plicatilis jest pokrewny poprzedniemu gatunkowi, lecz różni się od *Vorticella* tem, że jest to twór kolonjalny; na rozgałęzionej w postaci drzewka łodyżce znajdujemy dużo ciał dzwonkowatych; przytem łodyżka nie posiada zdolności kurczenia się. Wysokość całej kolonji sięga 3 mm. *Epistylis* często osiedla się na pływających w wodzie oczlikach (*Cyclops*).

ROZDZIAŁ VI.

JAMOCHŁONY — COELENTERATA.

Słodkowodne jamochłony dzielimy na gąbki i parzydełkowce.

Gąbki—Spongiae.

Nadecznik (*Spongilla lacustris*, rys. 72) występuje w wodach stojących i bieżących; w je-

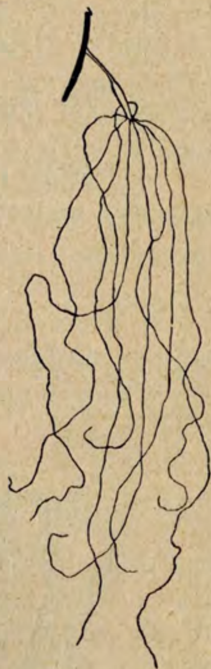


Rys. 72. Nadecznik (*Spongilla lacustris*); zmn. (według Weltnera z Schulze'go).

ziorach wytwarza on na łodygach trzciny i sitowia krzewiaste kolonje, wysokości do 1 m; w wodzie burzliwej kolonje są mniej rozgałęzione i bardziej spoiste. Zabarwienie nadecznika zwykle jest brunatno-szare, często jednak spotykają się krzewy całkiem zielone (powoduje to symbiotyczny glon — *Chlorella*). Ciało nadecznika posiada przykry zapach jodu i wewnątrz zawiera lekko zakrzywione igły krzemionkowe, które łatwo jest uwidocznić, zadając kawałek nadecznika kwasem solnym. Na jesieni nadecznik wypełnia się żółtawemi kuleczkami (gemmulae), z których na wiosnę powstają nowe kolonje.



Rys. 73. Larwa *Sisyra fuscata*, pasorzytująca w ciele nadecznika; pow. (według Weltnera z Schulze'go)



Rys. 74. Stułbia (*Hydra oligactis*); nieco pow. (według Brauera).

W ciele nadecznika często się trafia pasorzytująca tu larwa sieciarki *Sisyra fuscata* (rys. 73).

Parzydełkowce—Cnidaria. Parzydełkowce są reprezentowane w naszych wodach słodkich przez gatunki z rodzaju stułbia (*Hydra*):

Hydra oligactis wyróżnia się od innych gatunków tem, że koniec ciała, którym stułbia przytwierdza się do roślin wodnych, jest zwężony nakształt łodyżki (rys. 74). Dłu-

gość ciała może osiągać 2 cm, przyczem czułki wydłużają się do 10 cm; posiada zabarwienie szare. Jest to zwierzę rozdzielnopłciowe.

Hydra vulgaris tak samo jest barwy szarej, lecz ciało jej pozbawione jest łodyżkowatego zwężenia, charakterystycznego dla gatunku poprzedniego; również czułki są znacznie krótsze. Jest to zwierzę obupłciowe.

Hydra viridissima posiada zabarwienie zielone, co jest spowodowane przez jednokomórkowe symbiotyczne glony (tak samo jak u *Vorticella* i *Spongilla*). Jest to zwierzę obupłciowe [1]).

Wszystkie gatunki stułbi posiadają w wybitnym stopniu zdolność do odtwarzania części utraconych (regeneracja); z łatwością można się o tem przekonać, hodując je w akwarjum; tak samo w akwarjum można obserwować rozradzanie się stułbi przez pączkowanie.

Przy oglądaniu żywej stułbi pod mikroskopem często widzimy, jak na jej ciele zwinnie biegają spłaszczone wymoczki; są to pasorzyty, zwane *Kerona pediculus*. Jeżeli dodać do kropli wody, w której się znajduje stułbia, trochę słabego octu, wówczas stają się widoczne parzydełka.

---

[1]) Nowoczesna systematyka rodzaju *Hydra* jest bardzo skomplikowana. Stary podział tego rodzaju — tylko na trzy gatunki — pomimo, że jest nieścisły, umyślnie został zachowany w niniejszem dziełku ze względu na jego przystępność.

ROZDZIAŁ VII.

CZERWIOCHOWATE — SCOLECIDA [1]).

W wodach słodkich występują najrozmaitsze gatunki czerwiochowatych, tak wolnożyjących, jak i pasorzytniczych; lecz oznaczanie czerwiochowatych aż do gatunku wymaga wielkiej wprawy. Narazie więc wystarczy oznaczyć tylko, do jakiej grupy czerwiochowatych należy napotkana postać. W tym celu załączamy tabliczkę do oznaczania gromad i rzędów:

1. Mikroskopowe zwierzęta z wieńcem falujących rzęsek dokoła otworu ustnego . . . . Wrotki — *Rotatoria*.
0. Mikroskopowe i większe zwierzęta bez wieńca rzęsek dokoła otworu ustnego 2

2. Ciało płaskie 3
0. Ciało obłe albo kształtu flaszki. 5

3. Zwierzęta wolnożyjące. Ciało okryte rzęskami. . . . . Wirki — *Turbellaria*.
0. Zwierzęta pasorzytnicze. Ciało bez rzęsek. 4

4. Zwierzęta, posiadające przewód pokarmowy . . . . Przywry — *Trematodes*.
0. Zwierzęta, pozbawione przewodu pokarmowego. . . . . Tasiemce — *Cestodes*.

---

[1]) Typy *Scolecida*, *Annelida* i *Bryozoa* są także łączone przez niektórych autorów pod wspólną nazwą robaków (*Vermes*).

5. Ciało obłe. 6

0. Ciało kształtu flaszki, na tylnym końcu zazwyczaj rozdwojone; na brzusznej stronie dwa pasy rzęsek; mikroskopowe wolnożyjące zwierzęta. . . . . Brzuchorzęski — *Gastrotricha*.

6. Posiadają ryjek, uzbrojony haczykami; zwierzęta wyłącznie pasorzytnicze, pozbawione przewodu pokarmowego. . . . . Kolcogłowy — *Acanthocephali*.

0. Bez ryjka; zwierzęta wolnożyjące i pasorzytnicze, posiadające przewód pokarmowy. . . . . . Obleńce — *Nematodes*.

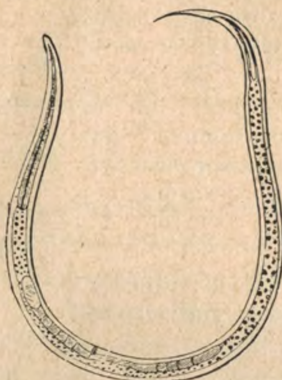


Rys. 75. Wypławek biały (*Dendrocoelum lacteum*); pow. (według Brauna z Bade'go).

Wrotki (rys. 36 i Tab. VIII) swoim mikroskopowym wyglądem nieraz do złudzenia przypominają nam wymoczki; lecz są to zwierzęta wielokomórkowe, o wysokiej organizacji. Spotykają się gatunki tak pływające, jak i osiadłe; na butwiejących łodygach roślin osiadłe wrotki czasem wytwarzają kolonje pozornie podobne do skupień *Vorticella*.

Wirki (rys. 75) należą do form pełzających; żyją przy dnie oraz na roślinach wodnych; niektóre gatunki wirków uporczywie polują na stułbie.

Przywry są wyłącznie pasorzytnicze; często spotykają się na skrzelach i w przewodzie pokarmowym u ryb



Rys. 76. Wolnożyjący nicień *Dorylaimus stagnalis;* pow. (z Lamperta).







a b c

Rys. 77. Przywry (*Trematodes*).
a — *Gyrodactylus elegans*, zn. pow.; pasorzytuje na skórze i skrzelach u karpia; b — *Diplozoon paradoxum*, pow.; pasorzytuje na skrzelach u ryb karpiowatych; c — *Aspidogaster conchicola*, pow.; pasorzytuje w jamie osierdziowej u szczeżui i skójki. (Według Lühe'go).

(rys. 77). Ciekawa i łatwa do znalezienia przywra — *Aspidogaster conchicola* — spotyka się u szczeżui i skójki w jamie osierdziowej.



Rys. 78.
Chaetonotus maximus;
zn. pow.
(z Bade'go).

Różne gatunki tasiemców, kolcogłowów i obleńców pasorzytują u ryb w przewodzie pokarmowym, inne znów obleńce są wolnożyjące (rys. 76) i występują w mule.

Drobne brzuchorzęski (rys. 78) pełzają po roślinach wodnych.

Tab. VIII. **WROTKI.**



1. *Brachionus urceolaris*, (według Perrier'a). — 2. *Floscularia coronetta* (według Hudsona i Gosse'go z Collina). — 3. *Rotifer vulgaris* (z Lamperta) — 4. *Asplanchna brightwelli* (według Hudsona i Gosse'go z Willera.) — 5. *Conochilus volvox* (według Daday'a z Ammanna).

ROZDZIAŁ VIII.

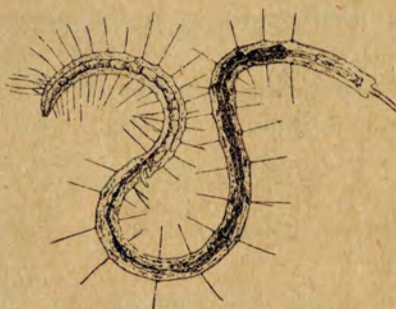
PIERŚCIENICE — ANNELIDA.

Słodkowodne pierścienice dzielimy na szczecionogi i pijawki.

Szczecionogi — Chaetopoda

Tubifex tubifex (rys. 28) — należy do skąposzczetów i żyje na dnie w mule. Długość jego wynosi 30 — 40 mm, przyczem ciało ku końcowi ogonowemu zwolna się zwęża; zabarwienie posiada różowe; ciało okryte jest szczecinkami, które są ułożone wiązkami (po 4 wiązki na jednym segmencie); pewne szczecinki na końcu są widełkowato rozdwojone, inne znów są zakończone włoskowato. Przednim rozszerzonym końcem ciała *Tubifex* zakopuje się w mule, tylnym zaś zwężonym wykonywa w wodzie ruchy wahadłowe; przy podrażnieniu całkowicie się chowa w mule. Zebrać go można w większych ilościach, przepłókując muł przez sito.

Stylaria lacustris wyróżnia się od innych skąposzczetów tem, że posiada na głowie długi czułek (rys. 79); żyje w wodach stojących, pływając między roślinami lub pełzając po nich; może się rozradzać przez podział (rozród bezpłciowy); wówczas wytwarza się łańcuszek



Rys. 79. Skąposzczet *Stylaria lacustris*; pow. (według Vosselera z Lamperta).

z pary osobników, ogólnej długości do 17 mm. Posiada długie włoskowate szczecinki.

Chaetogaster diaphanus (rys. 80). Skąposzczet ten posiada na członach po dwie tylko wiązki szczecinek (na stronie brzusznej); wszystkie szczecinki na końcu są rozwidlone. Rozradza się przez podział, wytwarzając łańcuszki, długości do 15 mm. Żyje między roślinami wodnemi i przy dnie.



Rys. 80. Skąposzczet *Chaetogaster diaphanus*; pow. (według Vosselera z Lamperta).

Na mięczakach brzuchonogich pasorzytuje bardzo podobny do poprzedniego gatunku — *Chaetogaster limnaei* (długości do 5 mm).

Pijawki — Hirudinea. Przy oznaczaniu pijawek mikroskop jest zbędny, i wystarczy słabego powiększenia, jakie nam daje lupa. Oglądając przez lupę przedni koniec pijawki, należy porachować ilość par oczu oraz rozpatrzeć ich ułożenie (wzdłuż czy wpoprzek?).

Pijawki — *Hirudinea*.

1. 1 — 3 pary oczu 2
0. 4 — 5 par oczu 5

2. 1 para oczu; mała pijawka, najwyżej 10 mm długości . . . . . . *Helobdella stagnalis.*
0. 2 — 3 pary oczu 3

3. 2 pary oczu. 4

0. 3 pary oczu, ułożonych w dwa równoległe rzędy . . . . *Glossosiphonia complanata* (rys. 82).

4. Przyssawka przednia okrągła; ciało co najmniej 20 razy dłuższe, niż szerokie . . . . *Piscicola geometra*. P i j a w k a r y b i a. Dł. 20—50 mm; szer. 1—2,5 mm; na rybach, których krwią się żywi (rys. 81).



Rys. 81. Pijawki rybie (*Piscicola geometra*) na karpiu; zmn. (według P l e h n a).



Rys. 82. Glossosiphonia complanata; nieco pow. (według J o h a n s s o n a).



Rys. 83. Pijawka lekarska (*Hirudo medicinalis*); zmn. (według G e r m a i n a).

0. Przyssawka przednia sercowata. . . *Hemiclepsis marginata.*

5. 4 pary oczu 6
0. 5 par oczu 7

6. Oczy są ułożone w 2 rzędy wzdłuż głowy *Protoclepsis tesselata.*
0. Oczy są ułożone w 2 rzędy wpoprzek głowy . . . . . . rodzaj *Herpobdella.*

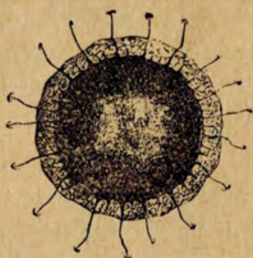
7. Wzdłuż grzbietu ciągną się pomarańczowe pręgi . . . . . *Hirudo medicinalis.* P i j a w k a l e k a r s k a. Dł. 10—15 cm, szer. 1 — 1,5 cm. W wieku młodym żywi się krwią kręgowców zimnokrwistych, w wieku późniejszym wyłącznie krwią ciepłokrwistych (rys. 83).
0. Bez prąg pomarańczowych . . . . . *Haemopis sanguisuga.* P i j a w k a k o ń s k a. Dł. 10—15 cm, szer. 0,8—1,2 cm; żywi się zwierzętami bezkręgowemi.

Na liściach roślin wodnych oraz na spodniej stronie kamieni bardzo często spotykają się brunatnej barwy czapeczki kształtu eliptycznego, o długości 3—6 mm i szerokości 2—4 mm, z koreczkami na końcach. Są to j a j o w e k o k o n y pijawek z rodzaju *Herpobdella*.

ROZDZIAŁ IX.

MSZYWIOŁY — BRYOZOA.

Cristatella mucedo (rys. 21) wytwarza galaretowate kolonje, pełzające po łodygach, liściach i innych przedmiotach podwodnych; kolonja taka, długości około 5 cm, posiada kształt robakowaty; górna jej powierzchnia jest wypukła, i na niej wystają czułki poszczególnych osobników, rozmieszczonych równoległemi rzędami; spód kolonji, zwrócony do podłoża, jest płaski. Pod jesień kolonje wypełniają się ciemnemi ciałkami (statoblasty), które służą do rozrodu bezpłciowego; statoblasty w przekroju sięgają 1 mm i przy brzegu są opatrzone w kotwiaste haczyki (rys. 84).



Rys. 84. Statoblast *Cristatella mucedo*; pow. (według Vosselera z Lamperta).

Plumatella fungosa (rys. 85) — wytwarza na obumarłych łodygach trzciny i sitowia, jak również na palach, na zanurzonych w wodzie gałęziach, kawałkach drzewa i t. p. — bryłowate szare kolonje wielkości pięści; kolonja składa się z chitynowych rurek, gęsto ułożonych

obok siebie; eliptyczne statoblasty są znacznie mniejsze (0,4 mm), niż u gatunku poprzedniego, i nie posiadają haczyków.



Rys. 85.
Kolonja *Plumatella fungosa*; zmn.
(według Hartmeyera).



Rys. 86.
Kolonja *Plumatella repens* na liściu grążela; wielk. nat.
(według Harmera z Lamperta).

Kolonje innego gatunku — *Plumatella repens*, który często się osiedla na spodniej stronie liści grążeli i grzybieni, są delikatnie rozgałęzione (rys. 86).

ROZDZIAŁ X.

MIĘCZAKI — MOLLUSCA.

Systematyka mięczaków słodkowodnych jest uwidoczniona na poniższej tablicczce:

A. Muszla składa się z dwu połów bocznych, połączonych z sobą ruchomo na stronie grzbietowej . .	I gromada. Małże — *Lamellibranchiata.*
B. Muszla jest pojedyńcza, przeważnie spiralnie skręcona, niekiedy kształtu czapeczki	II gromada. Brzuchonogi — *Gastropoda*:
a. muszla bez wieczka	rząd 1. Płucodyszne — *Pulmonata.*
b. muszla opatrzona wieczkiem .	rząd 2. Przodoskrzelne — *Prosobranchiata.*

Małże—Lamellibanchiata.

1.	Małże wolnożyjące	2
0.	Małże, przytwierdzające się do przedmiotów podwójnych zapomocę rogowatych nici	Dreissensia—*Dreissensia* (Rys. 87).
2.	Muszla duża, długość jej wynosi znacznie więcej niż 25 mm.	3
0.	Muszla mała, długość jej wynosi najwyżej 25 mm.	4
3.	Połówki muszli w tem miejscu, gdzie one są połączone z sobą, opatrzone są ząbkami	Skójka—*Unio* (rys.88)

0.	Bez ząbków	Szczeżuja —*Anodonta* (rys. 89).
4.	Długość muszli przewyższa 8 mm; wierzchołek pośrodku muszli . .	Kulkówka —*Sphaerium*.
0.	Długość muszli przeważnie nie przewyższa 8 mm; wierzchołek wyraźnie przesunięty ku tylnemu końcowi muszli.	Groszkówka—*Pisidium* (rys. 29).



Rys. 87. Muszla *Dreissensia polymorpha*, wielk. nat. (z Geyera).

Dreissensia polymorpha posiada charakterystyczne kanciaste zarysy muszli (rys. 87); zapomocą bisioru przytwierdza się do podłoża; długość muszli wynosi 2—4 cm. Dreissensia zawędrowała do Europy Zachodniej z morza Czarnego i Kaspijskiego; w Polsce występuje ona w dolnym i środkowym biegu Wisły oraz w jeziorach Suwalszczyzny i Kujaw.

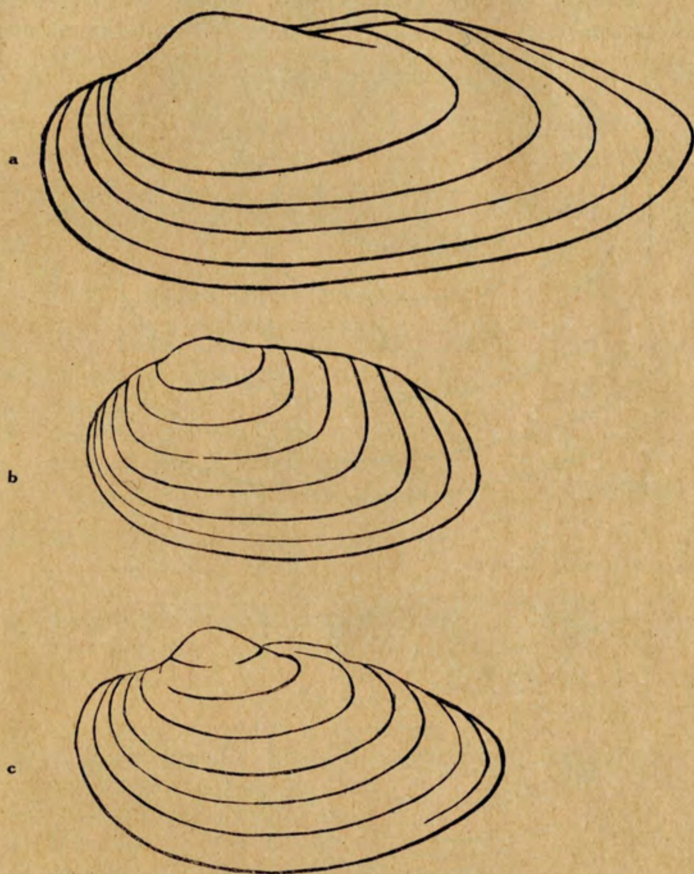
Tabelka dla oznaczania — *Unio*.

1.	Muszla jajowata.	*U crassus* (rys. 88 b).
0.	Muszla wydłużona	2
2.	Grzbietowy i brzuszny brzeg muszli są prawie równoległe . . .	*U. pictorum* (rys. 88 a).
0.	Brzegi muszli ku tylnemu końcowi schodzą się pod kątem ostrym; przedni brzeg jest bardzo szeroki.	*U. tumidus* (rys. 88 c).

Z rodzaju *Anodonta* w jeziorach napotykamy gatunek *A. cygnea*; w wodach bieżących żyje *A. complanata*. Różnią się te dwa gatunki tem, że u *A. complanata* oba końce muszli — przedni i tylny — wyraźnie są zwężone, tymczasem u *A. cygnea* przedni koniec jest szeroki, i muszla się zwęża jedynie ku końcowi tylnemu (rys. 89),

W oryginalny sposób przebiega rozwój u skójki i szczeżui. Wewnątrz skrzel tych małżów powstają z jaj

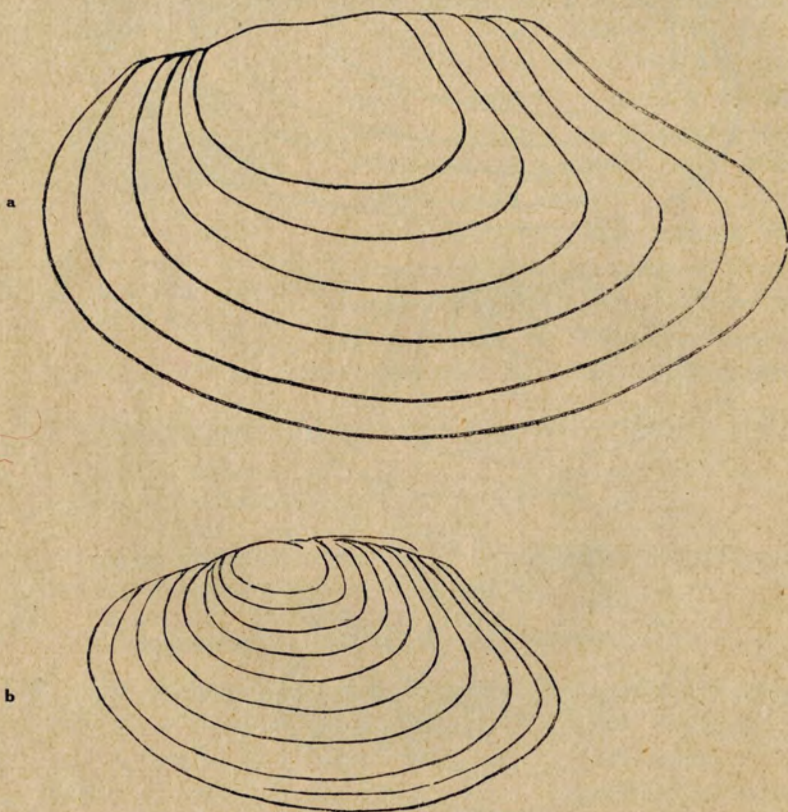
larwy (*glochidium*), posiadające muszlę, opatrzoną na brzusznym brzegu klapek ząbkami. Zapomocą ząbków larwy przytwierdzają się do skóry ryb. W ciągu kilku



Rys. 88. Muszle skójek (*Unio*).
a — *Unio pictorum*; wielk. nat. b — *Unio crassus*; wielk. nat. c — *Unio tumidus*; wielk. nat.
(według Żadina).

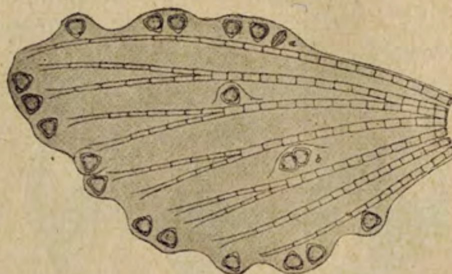
tygodni żyją one na płetwach albo na skrzelach ryby (rys. 90), następnie opadają na dno i tu już przekształcają się w postaci dorosłe.

Z drugiej strony mała rybka, zwana siekierką (*Rhodeus amarus*), zapomocą długiego pokładełka składa



Rys. 89. Muszle szczeżuj (*Anodonta*).
a — *Anodonta cygnea*; wielk nat.
b — *Anodonta complanata*; wielk. nat.
(według Żadina).

swą ikrę do skrzel tych małżów. W połowie lata przy otwieraniu skójki lub szczeżui można spotkać wewnątrz ich skrzel już wykształcone rybki.



Rys. 90. Larwy małża na płetwie ryby; pow. (według Reussa z Plehna).

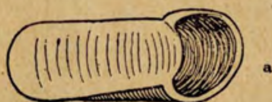
Płucodyszne— Pulmonata.

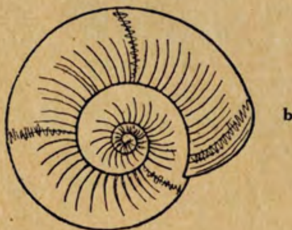
1.	Muszla kształtu czapeczki	2
0.	Muszla spiralnie skręcona	3
2.	Muszla niesymetryczna; szczyt znajduje się po lewej stronie . .	*Acroloxus*. U nas jeden tylko gatunek *A. lacustris*.
0.	Muszla symetryczna; szczyt znajduje się w linji środkowej . .	P r z y t u l i k — *Ancylus* (Tab. VI, 3).
3.	Skręty muszli są ułożone w jednej płaszczyźnie; muszla w postaci krążka	Z a t o c z e k — *Planorbis* (rys. 92).
0.	Skręty są ułożone w różnych płaszczyznach; muszla w postaci spiralnie skręconego stożka	4
4.	Muszla skręcona w prawo	5
0	Muszla skręcona w lewo	6
5.	Muszla od strony zewnętrznej okryta płaszczem	O t u ł k a — *Amphipeplea* U nas jeden tylko gatunek—*A. glutinosa* (rys. 91 a).

0. Muszla nie okryta płaszczem. . . Błotniarka—*Limnaea* (rys. 93).
6. Muszla jajowata . . . . Rozdętka — *Physa*. U nas jeden tylko gatunek—*Ph. fontinalis* (rys. 91 b).
0. Muszla wrzecionowata. . . . . *Aplexa*. (rys. 91 c).



Rys. 91. a — muszla otułki (*Amphipeplea glutinosa*); pow. b — muszla rozdętki (*Physa fontinalis*); pow. c — muszla *Aplexa hypnorum*; pow. (według Vosselera z Lamperta).





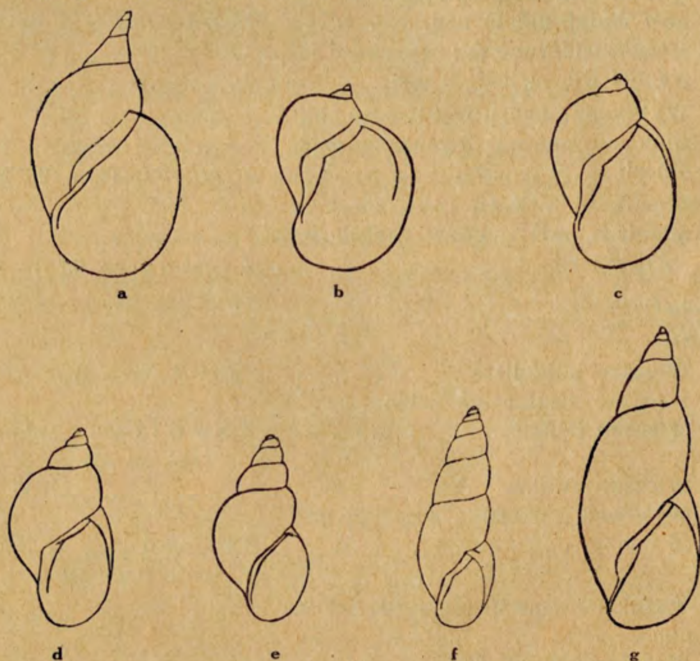
Rys. 92. Muszla zatoczka (*Planorbis corneus*); nieco pow. a—widziana od spodu; b—z boku; (z Leunisa).

Najczęściej spotykają się różne gatunki błotniarek i zatoczków. Pomiędzy zatoczkami jeden gatunek—*Planorbis corneus* (rys. 92) wyróżnia się znacznemi rozmiarami (średnica—30-40 mm); inne gatunki są o wiele mniejsze. Podczas konserwowania *P. corneus* płyn zabarwia się na czerwono; powoduje to krew, którą zatoczek podrażniony mąci wodę.

Przy oznaczaniu gatunków z rodzaju *Limnaea* może być pomocna następująca tabelka:

Rodzaj *Limnaea.*

1. Ostatni skręt muszli (w okolicy otworu) w porównaniu z innemi skrętami jest znacznie rozdęty 2
0. Ostatni skręt w porównaniu z innemi nieznacznie rozdęty 4
2. Wysokość otworu muszli wynosi co najmniej $^3/_4$ ogólnej wysokości muszli 3
0. Wysokość otworu nie przekracza $^2/_3$ ogólnej wysokości muszli . . *L. stagnalis* (rys. 93 a).



Rys. 93. Muszle błotniarek (*Limnaea*).
a — *Limnaea stagnalis*; zmn. b — *Limnaea auricularia*; zmn. c — *Limnaea ovata*; wielk. nat. d — *Limnaea peregra*; pow. e — *Limnaea truncatula*; pow. f — *Limnaea glabra*; pow. g — *Limnaea palustris*; pow. (według Thiele'go).

3. Otwór jest bardzo szeroki, z zarysu podobny do ucha ludzkiego. *L. auricularia* (rys. 93 b).
0. Otwór jest węższy, w zarysie owalny . . . . *L. ovata* (rys. 93 c).
4. Wysokość otworu wynosi więcej, niż połowę ogólnej wysokości muszli . . . . *L. peregra* (rys. 93 d).
0. Wysokość otworu wynosi mniej, niż połowę ogólnej wysokości muszli 5
5. Muszla jajowata; wysokość jej wynosi mniej, niż 10 mm. . . . *L. truncatula* (rys. 93 e).
0. Muszla wieżycowata; wysokość jej wynosi więcej, niż 10 mm. 6
6. Wysokość otworu jest bardzo zbliżona do połowy wysokości całej muszli . . . . *L. palustris* (rys. 93 g).
0. Wysokość otworu jest znacznie mniejsza, niż połowa wysokości całej muszli . . . . *L. glabra* (rys. 93 f).

Przodoskrzelne-Prosobranchiata.

1. Wieczko półkoliste . . . . . . *Neritina* (rys. 94 d, e).
0. Wieczko owalne lub koliste 2
2. Wieczko koliste . . . . Zawójka — *Valvata* (rys. 94 c).
0. Wieczko owalne 3
3. Wysokość muszli większa, niż 25 mm. . . . . Żyworódka — *Vivipara* (rys. 94 a, b).
0. Wysokość muszli mniejsza, niż 25 mm. 4
4. Wysokość muszli większa, niż 6 mm 5
0. Wysokość muszli mniejsza, niż 6 mm 6
5. Wieczko z koncentrycznym deseniem. . . . . Zagrzebka — *Bythinia*
0. Wieczko ze spiralnym deseniem . *Litoglyphus*.

6. Szczyt muszli śpiczasty . . . *Lartetia.*
0. Szczyt muszli stępiony . . . . Źródlarka — *Bythinella.*



Rys. 94.
a — muszla żyworódki (*Vivipara vivipara*); wielk. nat. b — jej wieczko; c — muszla zawójki (*Valvata piscinalis*); wielk. nat. d, e — muszla *Neritina fluviatilis*; pow. (a, b, c — z Leunisa; d, e — z Lamperta).

Najpospolitsze pośród płucodysznych są żyworódki (*Vivipara*, rys. 94), wyróżniające się dużemi wymiarami (do 30 mm).

ROZDZIAŁ XI.

STAWONOGI — ARTHROPODA.

Systematyka stawonogów, napotykanych w wodach słodkich, jest uwidoczniona na poniższej tabliczce:

1. Z rożkami 2
0. Bez rożków . . . . II gromada. Pajęczaki — *Arachnoidea.*

2. Jedna para rożków; 3 pary nóg . . . . III gromada. Owady — *Insecta.*
0. Dwie pary rożków; nóg więcej, niż 3 pary . . . . . I gromada. Skorupiaki — *Crustacea.*

Gromada I.

SKORUPIAKI — CRUSTACEA.

1. Gołem okiem wyraźnie są widoczne człony, z których składa się ciało 2
0. Gołem okiem człony niewidoczne 6

2. Oczy umieszczone na słupkach 3
0. Oczy osadzone bezpośrednio na głowie, bez słupków . . . .

3.	Duże skorupiaki z twardym pancerzem	Dziesięcionogi-*Decapoda*.
0.	Małe delikatne skorupiaki . . .	Liścionogi—*Phyllopoda (*grupa *Anostraca*).
4.	Ciało okryte tarczą	Liścionogi-*Phyllopoda* (grupa *Notostraca*).
0.	Ciało bez tarczy	 5
5.	Ciało przypłaszczone	Równonogi—*Isopoda*.
0.	Ciało bocznie ścieśnione	Obunogi—*Amphipoda*.
6.	Wolnożyjące	 7
0.	Pasorzyty (na rybach)	 11
7.	Ciało okryte skorupką	 8
0.	Ciało nie okryte skorupką . . .	 10
8.	Nóżek więcej, niż 10 par	Liścionogi-*Phyllopoda* (grupa *Conchostraca*).
0.	Nóżek mniej, niż 10 par	 9
9.	Głowa widoczna	Liścionogi-*Phyllopoda* (grupa *Cladocera*).
0.	Głowa całkiem ukryta w skorupce	Małżoraczki — *Ostracoda*.
10.	Dłuższa para rożków na końcu rozwidlona	Liścionogi - *Phyllopoda* (grupa *Cladocera*).

0. Dłuższa para rożków na końcu nierozwidlona	Widłonogi — *Copepoda* (grupa *Eucopepoda*).
11. Ciało okryte tarczą	Tarczennice — *Branchiura*.
0. Ciało bez tarczy	Widłonogi — *Copepoda* (grupa *Siphonostomata*).

Widłonogi — Copepoda. Widłonogi dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

a) Widłonogi wolno żyjące — Eucopepoda.

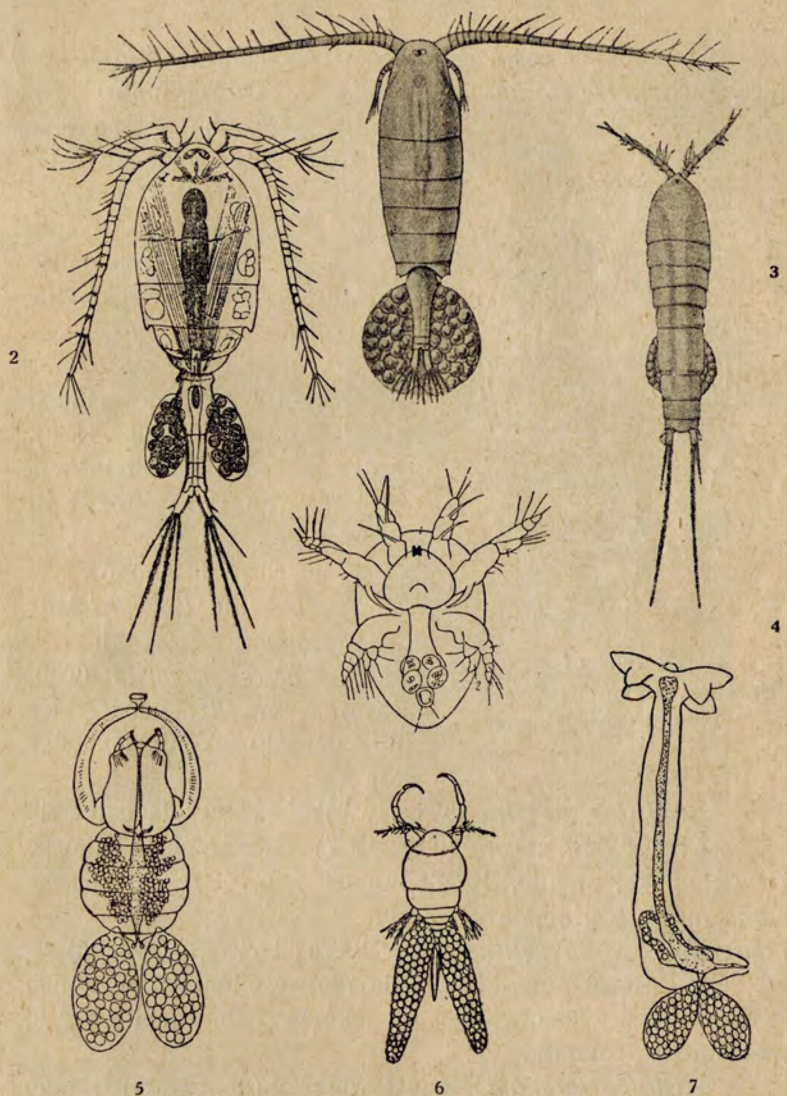
b) Widłonogi pasorzytnicze — Siphonostomata.

TABELKA DLA OZNACZENIA RODZIN — EUCOPEPODA.

1. Głowotułowie (przednia część ciała) wyraźnie odgraniczone od odwłoka	. . . . 2.
0. Głowotułowie niewyraźnie odgraniczone od odwłoka	rodzina *Harpacticidae*.
2. Pierwsza para rożków krótka. Samica z dwoma workami jajowemi. U samca obydwa rożki zgrubiałe.	rodzina *Cyclopidae*.
0. Pierwsza para rożków długa. Samica z pojedyńczym workiem jajowym. U samca tylko prawy rożek jest zgrubiały	rodzina *Centropagidae*.

Do rodziny *Cyclopidae* należy rodzaj *Cyclops* (Tab. IX,2). Różne gatunki z tego rodzaju stale się spotykają we wszelkich zbiornikach wody, poczynając od zbiorników okresowo wysychających i kończąc na najgłębszych jeziorach. Obok postaci dorosłych można spotkać również ich charakterystyczne larwy o trzech parach kończyn, zwane pływikami (*nauplius*, Tab. IX,4).

Tab. IX. WIDŁONOGI.



1. *Diaptomus* (według van Douwe'go). — 2. *Cyclops* (według Clausa).—3. *Canthocamptus* (według van Douwe'go).—4. Pływik — *nauplius* (według Clausa z Willera). — 5. *Achtheres percarum* (według Nordmanna z Neresheimera).—6. *Ergasilus sieboldi* (według Nordmanna z Neresheimera). 7. *Lernaeocera esocina* (według Nordmanna z Neresheimera).

Do rodziny *Centropagidae* należą rodzaje *Diaptomus* (Tab. IX,1), *Heterocope* i *Eurytemora*. Gdy gatunki z rodzaju *Cyclops* można spotkać w ciągu całego roku tak w lecie, jak i w zimie *Centropagidae* występują przeważnie w lecie. Bardzo pospolity w strefie pelagicznej jezior jest rodzaj *Diaptomus*.



Rys. 95.
Splewka *Argulus foliaceus*; pow. (według Clausa).

Z rodziny *Harpacticidae* najpospolitszy jest rodzaj *Canthocamptus* (Tab. IX,3), którego przedstawiciele żyją pośród roślin wodnych i w mule.

Z pośród widłonogów pasorzytniczych (*Siphonostomata*) wymienimy gatunki:

Achtheres percarum (Tab. IX,5) żyje na skrzelach i w jamie ustnej u okonia i sandacza.

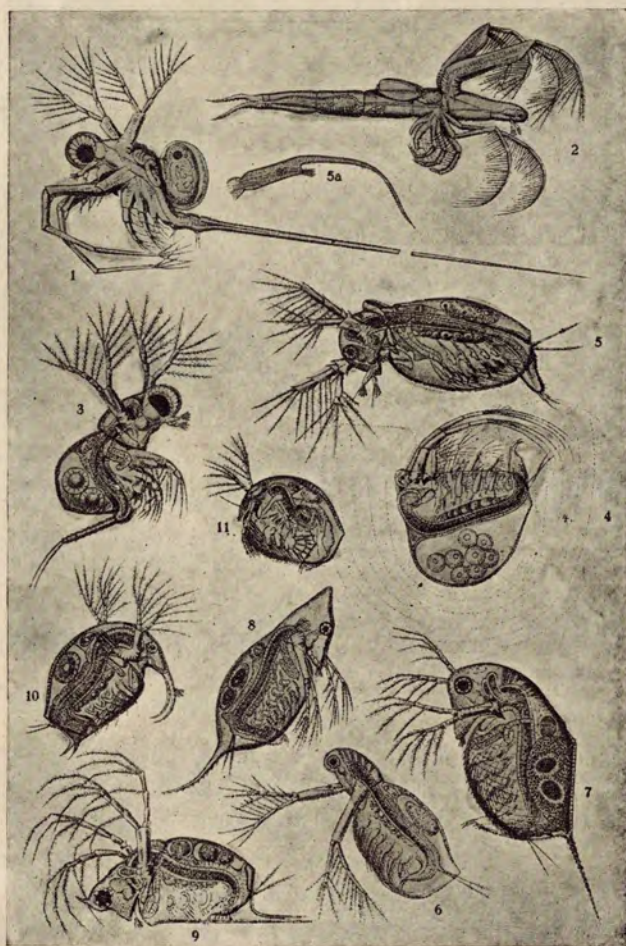
Ergasilus sieboldi (Tab. IX,6) — na skrzelach u ryb.

Lernaeocera esocina (Tab. IX,7) - na skrzelach i skórze u szczupaka, okonia, lina i innych ryb. Czasami powoduje masowe ginięcie ryby.

Tarczennice— Branchiura. *Argulus foliaceus* - splewka (rys. 95) — 5—6 mm dł., posiada płetwę ogonową na końcu zaokrągloną. Pasorzytuje na skórze ryb karpiowatych, szczupaka i okonia.

Argulus coregoni — jest większy (do 12 mm) i jego płetwa ogonowa zakończona jest śpiczasto; spotyka się na rybach łososiowatych.

Tab. X. WIOŚLARKI.



1. *Bythotrephes longimanus.*
2. *Leptodora kindtii.*
3. *Polyphemus pediculus.*
4. *Holopedium gibberum.*
5. *Sida crystallina.*

5a. **Rożki pierwszej pary u** *Sida.*

6. *Diaphanosoma brachyurum.*
7. *Daphnia longispina.*
8. *Daphnia cucullata.*
9. *Scapholeberis mucronata.*
10. *Bosmina longispina.*
11. *Chydorus sphaericus.*

(według Vosselera z Lamperta).

Splewki wyrządzają czasami w gospodarstwie rybnem znaczne szkody.

Liścionogi — Phyllopoda.

A. Co najmniej 10 par nóżek . . . . Skrzelonogi — *Euphyllopoda.*

B. 4 — 6 par nóżek . . . . Wioślarki — *Cladocera.*

A. TABELKA DO OZNACZANIA RODZIN — EUPHYLLOPODA.

1. Ciało okryte tarczą lub skorupką 2

0. Ciało nie okryte (grupa Anostraca). . . . . rodzina *Branchipodidae* (rys. 43 c).

2. Ciało okryte tarczą (grupa Notostraca) . . . . rodzina *Triopsidae* (rys. 43 d i 44).

0. Ciało okryte skorupką, złożoną z dwóch klapek (grupa Conchostraca) 3

3. Skorupka kreskowana . . . . . rodzina *Limnadiidae* (rys. 43 b).

0. Skorupka nie kreskowana, gładka rodzina *Lynceidae* (rys. 43 a).

Przedstawiciele rodziny *Triopsidae* wyróżniają się z pośród innych liścionogów stosunkowo dużemi wymiarami ciała. U nas występują dwa gatunki:

Apus cancriformis — przekopnica — (rys. 44) zrzadka spotyka się w okresowo wysychających zbiornikach na gliniastem podłożu. Ciało przekopnicy od strony grzbietowej jest okryte płaską skorupą niby tarczą; na końcu ogonowym znajdują się dwie długie wici, złożone z członów. Wymiary przekopnicy sięgają 3 cm i więcej. Rozradza się ona przeważnie zapomocą jaj niezapłodnio-

nych (partenogeneza) i przy tem bardzo odpornych na działanie temperatury i suszy.

Podobny do poprzedniego gatunku jest *Lepidurus apus* (rys. 43 d), który na końcu ogonowym pomiędzy wiciami posiada płaski wyrostek w postaci płytki; spotyka się na wiosnę w małych zbiornikach wody, powstałych skutkiem topnienia śniegu.

B. TABELKA DO OZNACZANIA *) RODZIN WIOŚLAREK — CLADOCERA.

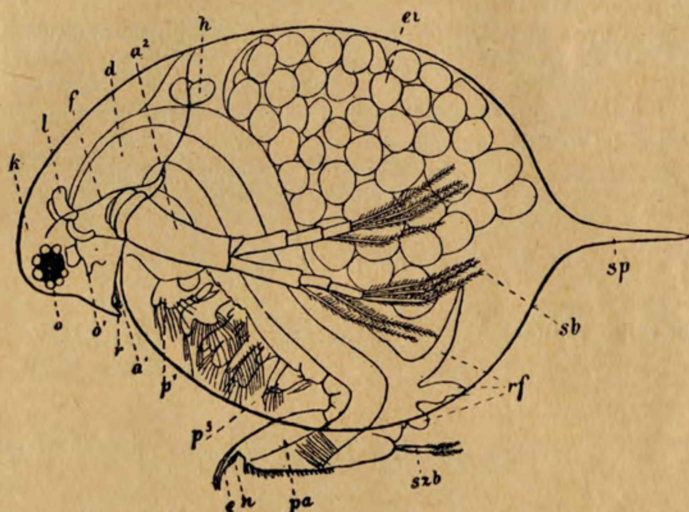
(szczegóły budowy wioślarek są podane na rys. 96).

1.	Ciało okryte skorupką	 2
0.	Ciało nie okryte skorupką	 7
2.	Wszystkie nóżki są płatowe . . .	 3
0.	Dwie pierwsze pary nóżek są chwytne, pozostałe — płatowe . .	 4
3.	Na poszczególnych gałązkach wiosełek nie więcej, niż 3 szczeci . .	rodzina *Holopedidae*.
0.	Na poszczególnych gałązkach wiosełek więcej, niż 3 szczeci . . .	rodzina *Sididae*.
4.	Wewnętrzna gałązka wiosełek składa się z trzech członów, zewnętrzna — z czterech	 5
0.	Obie gałązki wiosełek są trójczłonowe	rodzina *Chydoridae*.
5.	Rurki czuciowe osadzone na samym końcu rożków (pierwszej pary)	 6

*) Oznacza się wioślarki według samic, które zwykle zawierają w lęgni jaja, względnie zarodki.

0. Rurki czuciowe osadzone zdaleka od końców rożków (pierwszej pary) . . . . rodzina *Bosminidae*.

Schemat budowy wioślarki.



Rys. 96.

o — oko; o^1 — przyoczko; a^1 — rożki I pary; a^2 — rożki II pary (wiosełka); sb — szczeci na wiosełkach; d — jelito; h — serce; p^1, p^5 — nóżki; szb — szczeci ogonowe; pa — odwłok; e — pazurki odwłokowe; ei — jaja w lęgni; k—przód głowy; l — wyrostki wątrobowe; f — daszek (fornix); sp—kolec; rf — wyrostki odwłokowe; n — grzebyk na pazurkach; r — dziób (rostrum); (według K e i l h a c k a).

6. Jelito na przodzie z dwoma wyrostkami ślepemi . . . . rodzina *Daphnidae*.

0. Jelito bez wyrostków . . . . . . rodzina *Lyncodaphnidae*.

7. Nóżek 6 par . . . . rodzina *Leptodoridae.*
0. Nóżek 4 pary . . . . rodzina *Polyphemidae.*

1. Rodzina *Sididae.*

1. Z przyoczkiem 2
0. Bez przyoczka . . . . *Diaphanosoma brachyurum* (Tab. X, 6).

2. Wiosełka o trzech gałązkach . . *Latona setifera.*
0. Wiosełka o dwu gałązkach . . . *Sida crystallina* (Tab. X, 5).

2. Rodzina *Leptodoridae.*

Jeden tylko gatunek . . . . *Leptodora kindtii* (Tab. X, 2).

3. Rodzina *Holopedidae.*

Jeden tylko gatunek . . . . *Holopedium gibberum* (Tab. X, 4).

4. Rodzina *Polyphemidae.*

1. Odwłok zakończony niezmiernie długim wyrostkiem o dwóch króciutkich szczeciach na końcu . . *Bythotrephes longimanus* (Tab. X, 1).
0. Odwłok zakończony krótkim wyrostkiem o dwóch długich szczeciach . . . . *Polyphemus pediculus* (Tab. X, 3).

5. Rodzina *Daphnidae*.

1. Głowa ze śpiczastym wyrostkiem (dziób) 2
0. Głowa bez dzioba 4

2. Skorupka na tylnym brzegu z dwoma koclami . . . . *Scapholeberis* (Tab. X, 9)
0. Skorupka na tylnym brzegu z jednym kolcem lub wcale bez kolców 3

3. Na tylnym końcu skorupki przeważnie jest kolec; przód głowy w postaci ostrej krawędzi . . *Daphnia* (Tab. X, 7 i 8)
0. Na tylnym końcu skorupki niema kolca; głowa zprzodu zaokrąglona *Simocephalus*.

4. Rożki I pary bardzo krótkie . . *Ceriodaphnia*.
0. Rożki I pary długie . . . . *Moina*.

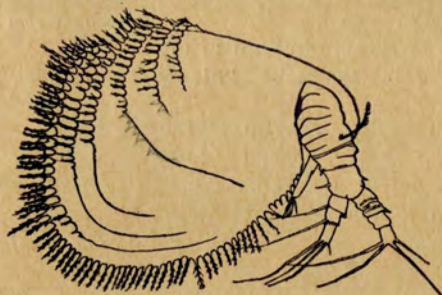
6. Rodzina *Bosminidae*.

Jeden tylko rodzaj . . . . *Bosmina*. (Tab. X. 10).

7. Rodzina *Lyncodaphnidae*.

1. Na gałązce zewnętrznej wiosełek 5 szczeci . . . . *Lathonura rectirostris*.
0. Na gałązce zewnętrznej wiosełek 3—4 szczeci. 2
2. Na gałązce zewnętrznej wiosełek 3 szczeci 3
0. Na gałązce zewnętrznej wiosełek 4 szczeci 6
3. Skorupka na grzbiecie opatrzona w duży ząb . . . . *Drepanothrix dentata*.
0. Skorupka na grzbiecie bez zęba 4

4. Jelito bez zwoju 5
0. Jelito wytwarza zwój . . . . *Acantholeberis curvirostris*
5. Rożki I pary jednoczłonowe . . *Bunops serricaudata.*
0. Rożki I pary dwuczłonowe . . *Ilyocryptus* (rys. 97).
6. Jelito bez zwoju . . . . . . *Macrothrix.*
0. Jelito wytwarza zwój . . . . *Streblocerus.*



Rys. 97. Wioślarka *Ilyocryptus sordidus*; zn. pow. (według Steucra ze Storcha).

8. Rodzina *Chydoridae.*

Rodzinę tę reprezentuje w naszych wodach słodkich przeszło 30 gatunków. Najpospolitszy jest *Chydorus sphaericus* (Tab. X, 11).

a

b

Rys 98. Małżoraczek *Cyclocypris laevis*; pow. a — zboku widziany; b — od strony grzbietowej; (według Vavra).

Małżoraczki-Ostracoda. Z wyglądu małżoraczki (rys. 98) są podobne do drobnych małżów. Całe ich ciało, nie wyłączając głowy, okryte jest skorupką, złożoną z dwóch klapek; długość skorupki wynosi $^1/_3$ — $2^1/_2$ mm. Żyją one przy dnie, pełzając po roślinach lub w mule.

W Polsce znanych jest około 50 gatunków małżoraczków. Oznaczanie małżoraczków wymaga większej wprawy.

Równonogi-Isopoda.

Ośliczka wodna (*Asellus aquaticus*) posiada ciało przypłaszczone, o zabarwieniu ciemnobrunatnem (rys. 99). Samica jest większa (12 mm), niż samiec (8 mm). Często trafiają się samice z lęgnią (na brzusznej stronie), wypełnioną jajami. Ośliczka żyje w jeziorach, stawach, rzekach, rowach i t. p. Stanowi ona ulubiony pokarm wielu ryb.

Pokrewny gatunek, *Asellus cavaticus*, występujący w wodach podziemnych i czasami w strefie głębinowej jezior, posiada jasne zabarwienie i pozbawiony jest oczu.



Rys. 99 Ośliczka wodna (*Asellus aquaticus*); pow. (według Zieglera z Dahla).

Obunogi-Amphipoda.

1.	I para rożków dłuższa, niż II para.	2
0.	I para rożków krótsza, niż II para.	*Pontoporeia affinis*.
2.	Odwłok z kolcami	3
0.	Odwłok bez kolców	4
3.	Kolce parzyste, po bokach ciała .	*Pallasea quadrispinosa* (rys. 30).
0.	Kolce nieparzyste, w środkowej linji grzbietu	*Carinogammarus roeselii* (rys. 100 b).
4.	Trzy ostatnie człony odwłokowe zlane	5
0.	Trzy ostatnie człony odwłokowe oddzielne	6
5.	Z oczami	*Synurella ambulans*.
0.	Bez oczu	*Boruta*.
6.	Oczy dobrze wykształcone . . .	*Gammarus pulex* (rys. 100 a).
0.	Oczy szczątkowe lub wcale ich niema	*Niphargus* (rys. 49).

idoteidae - hirzyclotea

Kiełż zdrojowy (*Gammarus pulex*, rys. 100 a), aczkolwiek bardzo pospolity, występuje jednak tylko w wodzie bogatej w tlen oraz zawierającej węglan wapnia. Jeżeli woda zawiera w jednym litrze mniej, niż 9—10 miligramów węglanu wapnia, wówczas daremnie szukalibyśmy kiełża. Razem z ośliczką wodną kiełż zdrojowy posiada wielkie znaczenie w odżywianiu się ryb. Na skrzelach jego pod mikroskopem napotkamy różne gatunki pasorzytniczych wymoczków; wewnątrz jego często trafiają się stadja rozwojowe przywr i kolcogłowów.

Rys. 100.



a — Kiełż zdrojowy (*Gammarus pulex*); pow. (według O. Sarsa z Dahla).



b — *Carinogammarus roeselii*;) pow. (według Keilhacka)

Dziesięcionogi—Decapoda.

Rak zwykły (*Potamobius astacus*) posiada krótkie i grube szczypce, zwierające się nieszczelnie (rys. 101 a).

Rak stawowy (*Potamobius leptodactylus*) różni się od poprzedniego wydłużonemi szczypcami, zwierającemi

się szczelnie (rys. 101b). Rak stawowy przywędrował do nas ze wschodu i stopniowo wyrugowuje raka zwykłego.



Rys. 101. a — Kleszcze raka zwykłego (*Potamobius astacus*). b—Kleszcze raka stawowego (*Potamobius leptodactylus*); nieco zmn. (według Keilhacka).



Rys. 102. Topik wodny (*Argyroneta aquatica*); wielk. nat. (z Schuriga).

Na skrzelach raka można spotkać pasorzyta długości do 12 mm, z wyglądu podobnego nieco do pijawki; jest to skąposzczet — *Branchiobdella parasita*.

Gromada II.

PAJĘCZAKI — ARACHNOIDEA.

1. Ciało pomiędzy głowotułowiem a odwłokiem wyraźnie przewężone Pająki — *Araneina*.
0. Bez takiego przewężenia 2

2. Ciało baryłkowate (krótkie i szerokie); podział na segmenty niewidoczny; nóżki długie. . . . Roztocze - *Acarina.*
0. Ciało walcowate (wydłużone); nóżki krótkie; ostatnia para nóżek umieszczona na tylnym końcu ciała. Niesporczaki — *Tardigrada.*

Pająki—Araneina. Topik wodny (*Argyroneta aquatica*, rys. 102) znany jest z tego, że buduje pod wodą z pajęczyny gniazdo, które wypełnia powietrzem. Żywi się między innemi ośliczkami. Samiec, którego łatwo jest rozpoznać według zgrubiałych na końcu szczękonóżek, jest większy (16—20 mm), niż samica (10—12 mm), co stanowi ciekawy wyjątek z reguły, że u pajęczaków zwykle samica jest większa, niż samiec.

Roztocze—Acarina. W wodzie napotykają się drobne o długich nóżkach pajęczaki (rys. 103), u których segmentacja ciała jest niewidoczna, oraz głowa, tułów i odwłok są zrośnięte w jedną całość. Są to różne gatunki wodopójek (*Hydrachnida*). Często można spotkać na owadach wodnych larwy wodopójek w postaci drobnych, czerwonych kuleczek, mocno przytwierdzonych do ciała owadziego.



Rys. 103.
Wodopójka —*Limnesia histrionica*; pow. (według Vosselera z Lamperta).

Na skrzelach szczeżui i skójki napotyka się ciemno zabarwiona pasorzytnicza wodopójka z rodzaju *Atax*.

Drobne te zwierzątka posiadają niezwykle oryginalną właściwość: bez szkody dla życia mogą one wysychać, po zwilżeniu zaś znów powracają do stanu czynnego (anabioza). Szczególnie dużo niesporczaków żyje wśród mchów i na porostach. Gdy mech jest suchy, wówczas niesporczaki przebywają w stanie życia utajonego; po dżdżu, gdy mech nasiąknie wodą, niesporczaki ożywają, poczynają pobierać pokarm i rozradzają się. Jedne gatunki składają jaja bezpośrednio nazewnątrz, inne do własnej wylinki.

Niesporczaki-Tardigrada.



Rys 104.
Niesporczak — *Macrobiotus macronyx*, składający jaja do własnej wylinki; zn. pow. (według Vosselera z Lamperta).

Macrobiotus macronyx — (rys. 104) często spotyka się w drobnych zbiornikach wody. Dł. do 1 mm.

Gromada III.

OWADY — INSECTA.

W stanie dorosłym żyją w wodach słodkich owady z rzędów tęgopokrywych, łuskoskrzydłych, błonkówek, pluskwiaków i bezskrzydłych; w postaci zaś larw żyje w wodzie mnóstwo owadów również i z innych rzędów.

Przytaczamy tabliczkę dla oznaczania rzędów larw[1]) owadzich, napotykanych w wodzie:

[1]) Szczegółowsze omówienie owadów wodnych jest przewidywane w osobnem dziełku w jednym z następnych numerów „Bibljoteki Biologicznej". Przyp. redakcji.

Larwy owadów (według Lamperta).

1. Larwy z zaczątkami skrzydeł 2
0. Bez zaczątków skrzydeł 3

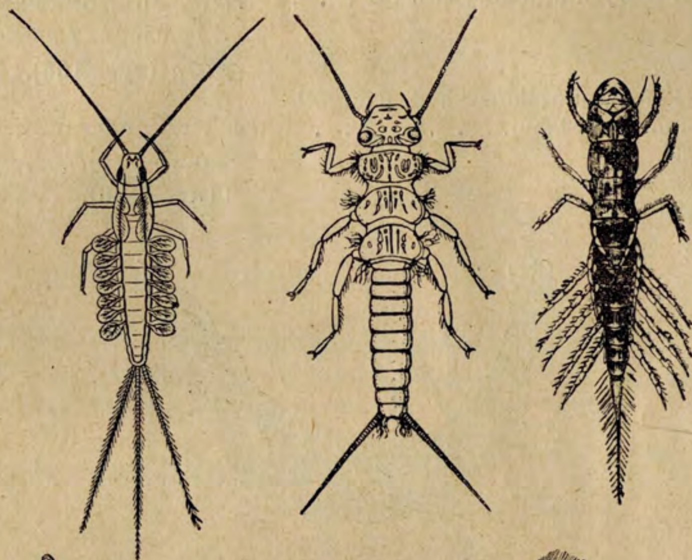
2. Narządy gębowe kłująco-ssące . . . Larwy pluskwiaków—*Rhynchota*.
0. Narządy gębowe gryzące . . . . Larwy jętek—*Ephemeroidea* (Tab.XI,1). Larwy ważek—*Odonata* (Tab. XI,5). Larwy widelnic—*Plecoptera* (T.XI,2).

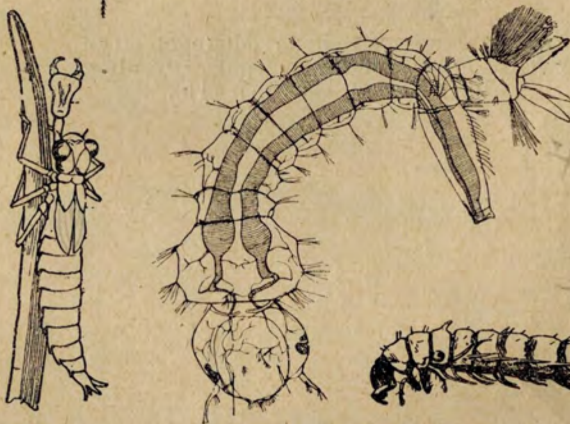


Rys. 105. Larwa owadu z rzędu łuskoskrzydłych — *Paraponyx stratiotata*; nieco pow. (według Vosselera z Lamperta).

3. Na tułowiu trzy pary członowanych nóg 4
0. Bez członowanych nóg . . . . . Larwy dwuskrzydłych — *Diptera* (Tab. XI,4).
4. Na odwłoku są odnoża (nieczłonowane) 5
0. Odwłok bez odnóż . . . . Larwy tęgopokrywych— *Coleoptera* (rys. 106). Larwy *Sialis* (Tab. XI,3).

Tab. XI. LARWY OWADÓW.





Larwa jętki *Ephemera* (z Dahla). 2. Larwa widelnicy *Peral-* (według Mialla ze Steinmanna). 3. Larwa sieciarki *Siali* (według Vosselera z Lamperta). 4. Larwa komara *Culex* (według Meinerta z Wilhelmi'ego). 5. Larwa ważki *Aeschna* (według Rösela z Dahla). 6. Larwa chróścika *Phryganea* (według Vosselera z Lamperta).

5. Odnoży odwłokowych 5 par . . . Larwy łuskoskrzydłych — *Lepidoptera* (rys. 105).

0. Odnoży odwłokowych 1 para (na końcu odwłoku). . . . . Larwy chróścików — *Trichoptera* (Tab. XI,6).



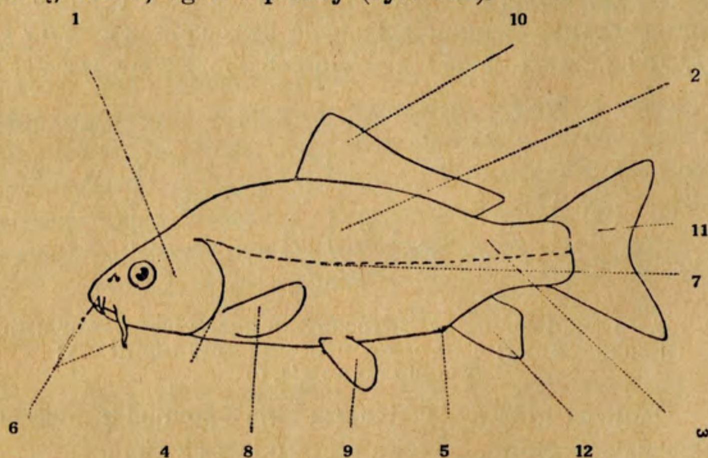
Rys. 106. Larwa owadu z rzędu tęgopokrywych *Acilius sulcatus*; nieco pow. (według Reussa z Haempela).

ROZDZIAŁ XII.

STRUNOWCE — CHORDATA.

Typ strunowców jest reprezentowany w wodach słodkich jedynie przez kręgowce (*Vertebrata*), z których uwzględniamy jedynie ryby (*Pisces*).

W ciele ryby wyróżniamy cztery zasadnicze częśc głowę, tułów, ogon i płetwy (rys. 107).



Rys. 107. Schemat ryby.

1. Głowa. 2. Tułów. 3. Ogon. 4. Szczelina skrzelowa. 5. Otwór odbytowy. 6. Wąsy. 7. Linja naboczna. 8. Płetwa piersiowa· 9. Płetwa brzuszna. 10. Płetwa grzbietowa. 11. Płetwa ogonowa. 12. Płetwa odbytowa.

(Według Pappenheima).

Część ciała ku przodowi od szczeliny skrzelowej stanowi głowę; pomiędzy szczeliną skrzelową a otworem odbytowym ciągnie się tułów; tylną część ciała, znajdującą się za otworem odbytowym, oznaczamy jako ogon. Na tułowiu i na ogonie są osadzone płetwy.

Przednia część głowy aż do oka, z wyjątkiem szczęki dolnej, nazywa się pyskiem. Na prawej i lewej stronie pyska znajdują się po dwa otworki, zwane nozdrzami; jedynie u minogowatych nozdrza są nieparzyste w postaci otworu, leżącego w środkowej linji pyska

Pomiędzy pyskiem a szczęką dolną znajdują się usta. Jeżeli pysk i szczęka dolna jednakowo są wysunięte ku przodowi, wówczas powiadamy, że usta mieszczą się na przodzie głowy (rys. 108c); gdy pysk wystaje nad szczęką dolną, wówczas usta są u spodu (rys. 108b.) w przeciwnym wypadku usta będą zwrócone ku górze (rys. 108a). Dokoła ust u wielu ryb spotykamy wąsy.



Rys. 108. a — otwór ustny zwrócony ku górze; b — otwór ustny u spodu głowy; c — otwór ustny na przodzie głowy; (według Hase'go)

Okolica głowy, znajdująca się pomiędzy okiem i okrywą skrzelową, nazywa się policzkiem.

Rozróżniamy płetwy parzyste i nieparzyste. Parzyste są piersiowe i brzuszne, nieparzyste — grzbietowa, ogonowa i odbytowa; u łososiowatych pomiędzy grzbietową a ogonową znajduje się jeszcze płetwa tłuszczowa.

Płetwy brzuszne mieszczą się zawsze ku przodowi od otworu odbytowego, lecz w stosunku do płetw piersiowych mogą być rozmaicie osadzone. Przeważnie płetwy brzuszne mieszczą się za piersiowemi, u pewnych gatunków znajdują się one pomiędzy piersiowemi, u innych znów płetwy brzuszne są przytwierdzone przed piersiowemi. We wszystkich trzech wypadkach jednak płetwy brzuszne mieszczą się bliżej środkowej linji brzucha, niż płetwy piersiowe.

Płetwy zawierają podpierające je promienie. Promienie złożone z drobnych zrazików zwą się członowanemi, promienie jednolite — ciernistemi. Płetwa tłuszczowa promieni wcale nie posiada.

Na bokach ryby z prawej i lewej strony przebiega t. z. linja naboczna; kierujemy się nią przy rachowaniu łusek. Wpierw należy porachować ilość łusek wzdłuż linji nabocznej, pomiędzy okrywą skrzelową a płetwą ogonową. Następnie rachujemy wpoprzek ciała, ile się znajduje łusek pomiędzy przodem nasady płetwy grzbietowej a linją naboczną. Nakoniec trzeba jeszcze policzyć wpoprzek ciała łuski pomiędzy przodem nasady płetwy brzusznej a linją naboczną.

Z trzech otrzymanych w ten sposób liczb układa się wzór łuski. Np. dla okonia mamy następujący wzór:

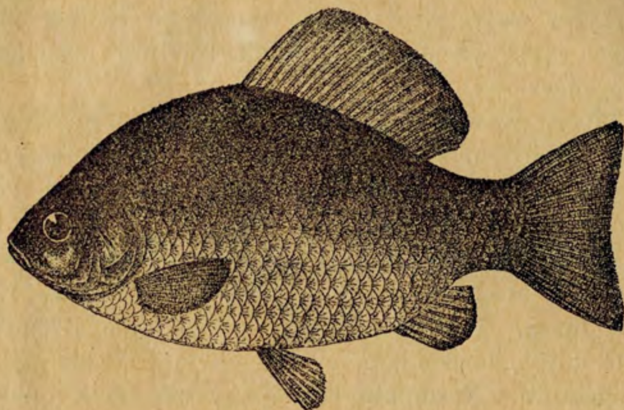
$$Ł\ 80 - 98\ \frac{8 - 10}{17 - 20},$$

który znaczy, że wzdłuż linji nabocznej u okonia mamy 80 — 98 łusek, wpoprzek nad linją naboczną 8 — 10 łusek i pod linją naboczną 17 — 20 łusek.

Przy oznaczaniu ryb łososiowatych jest niezbędne zbadanie lemiesza. Kość ta leży na sklepieniu paszczy bezpośrednio za górną wargą i jest wydłużona w kie-

runku linji środkowej ku tyłowi. Po osadzonych na lemieszu ząbkach można go odrazu rozpoznać. Zapomocą skalpelu należy wypreparować lemiesz oraz przez ostrożne gotowanie oczyścić go od przylegających tkanek.

W Polsce znanych jest około 80 gatunków ryb.



Rys. 109. Karaś — *Carassius carassius*; (z Lamperta p. r.).

KLUCZ DO OZNACZANIA RYB.

Rodziny.

1. Ryby z płetwami parzystemi; nozdrza parzyste 2

0. Bez płetw parzystych; nozdrza nieparzyste

Minogowate — *Petromyzontidae* . . 14

2. Ciało pokryte pięciu rzędami dużych kostnych tarcz

Jesiotrowate — *Acipenseridae* . . 16

0. Ciało pokryte łuską lub nagie 3

3. Dwie pary parzystych płetw 4
0. Jedna para parzystych płetw
Węgorzowate — *Anguillidae:*
jeden tylko gatunek — Węgogorz pospolity (*Anguilla anguilla.* Tab. XV, 2).
4. Ciało symetryczne 5
0. Ciało nie symetryczne
Flądrowate — *Pleuronectidae:*
jeden tylko gatunek — Flądērka (*Pleuronectes flesus*).
5. Płetwy brzuszne przekształcone w ruchome kolce
Ciernikowate — *Gasterosteidae.* . . 58
0. Płetwy brzuszne o zwykłym wyglądzie 6
6 Płetwy brzuszne zrosłe w lejek
Babkowate — *Gobiidae.* . . . 67
0. Płetwy brzuszne oddzielne 7
7. Ciało okryte łuskami 8
0. Bez łusek 13
8. Głowa w postaci dzioba kaczego, przypłaszczona
Szczupakowate — *Esocidae:*
jeden tylko gatunek — Szczupak (*Esox lucius.* Tab. XV, 3).
0. Głowa innego kształtu, bocznie spłaszczona 9
9. Płetwa grzbietowa albo wcale bez kolców, albo tylko na przodzie z jednym kolcem 10
0. Płetwa grzbietowa zawiera kilka albo kilkanaście kolców
Okoniowate — *Percidae.* . . . 59
10. Na wardze dolnej albo wcale niema wąsów, albo, jeżeli są, jest ich nie mniej, niż dwa 11

0. Na wardze dolnej jeden tylko wąs
Wątłuszowate — *Gadidae:*
jeden tylko gatunek — Miętus (*Lota lota*. Tab. XVI, 1).

11. Pomiędzy płetwą grzbietową a ogonową znajduje się płetwa tłuszczowa
Łososiowate — *Salmonidae*. . . 2

0. Bez płetwy tłuszczowej 1

12. Spód brzucha piłkowany
Śledziowate — *Clupeidae:*
jeden tylko gatunek— Finta (*Clupea finta*. Tab. XII, 3).

0. Spód brzucha gładki; pokrywy skrzelowe nagie, bez łuski
Karpiowate — *Cyprinidae*. . . . 3

13. Usta o długich wąsach
Sumowate — *Siluridae:*
jeden tylko gatunek— Sum (*Silurus glanis*. Tab. XII, 4).

0. Bez wąsów
Głowaczowate — *Cottidae*. . . . 6

Minogowate.

14. Dwie oddzielne płetwy grzbietowe 1

0. Obie płetwy grzbietowe złączone Minog strumieniowy (*Petromyzon planeri*).

15. Grzbiet marmurkowany . . . Minog morski (*Petromyzon marinus*).

0. Grzbiet jednostajnie ciemnozielony Minog rzeczny (*Petromyzon fluviatilis* Tab. XII, 1).

Jesiotrowate.

16. Wąsy strzępiaste lub z bocznemi wyrostkami 1

0. Wąsy niestrzępiaste i bez bocznych wyrostków 1

17. Dolna warga w środku przerwana Sterlet (*Acipenser ruthenus*).

0. Dolna warga jednolita . . . . Szyp (*Acipenser schypa*).

18. Wąsy sięgające poza brzeg ust . Wyz (*Acipenser huso*).

0. Wąsy nie sięgające ust 1

Tab. XII. R Y B Y.



1. Minog rzeczny (*Petromyzon fluviatilis*) z Leunisa. 2. Jesiotr zachodni (*Acipenser sturio*) z Dahla. 3. Finta (*Clupea finta*) z Leunisa. 4. Sum (*Silurus glanis*) z Leunisa.

19. Ryj długi i wąski . . . . . . Siewruga *(Acipenser stellatus).*
0. Ryj krótki i szeroki 20
20. Warga dolna mięsista . . . . Jesiotr zachodni *(Acipenser sturio.* Tab. XII, 2*).*
0. Warga dolna szczątkowa . . . Jesiotr wschodni *(Acipenser güldenstaedtii)*

Łososiowate.

21. Język bez ząbków 22
0. Język okryty ząbkami 24
22. Płetwa grzbietowa dwa razy dłuższa, niż płetwa odbytowa . . . Lipień (*Thymalus thymalus.* Tab. VII b).
0. Płetwa grzbietowa prawie tak długa, jak i płetwa odbytowa 23
23. Szczęka dolna wystaje naprzód . Sielawa (*Coregonus albula.* Tab. V,1).
0. Szczęka dolna nie sięga końca pyska . . . . Sieja *(Caregonus lavaretus).*
24. Szczęka dolna wystająca naprzód Stynka (*Osmerus eperlanus.* Tab. V,2).
0. Szczęka dolna niewystająca 25
25. Kość lemieszowa krótka; przednia jej blaszka z ząbkami, trzon zaś bezzębny 26
0. Kość lemieszowa długa, z ząbkami na trzonie 27
26. Kość lemieszowa masywna, zprzodu przytępiona . . . . . . Głowacica *(Salmo hucho).*
0. Kość lemieszowa delikatna, zprzodu śpiczasta . . . . Pstrąg źródlany (*Salmo fontinalis).*
27. Przednia blaszka lemiesza pięciokątna, bez ząbków . . . . . Łosoś *(Salmo salar).*
0. Przednia blaszka lemiesza trójkątna, uzębiona 2

Tab. XIII. R Y B Y.



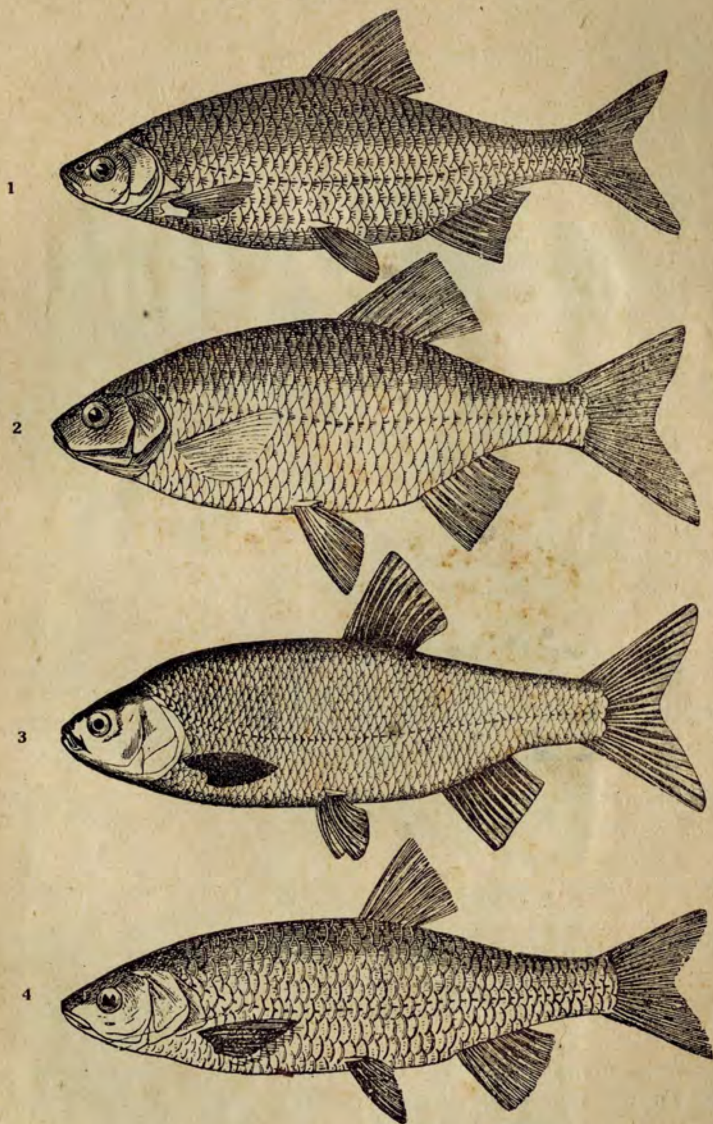
1. Kózka (*Cobitis taenia*) z Lamperta p. r. 2. Boleń (*Aspius rapax*) z Lamperta p. r. 3. Krąp (*Blicca björkna*) z Lamperta p. r 4. Kiełb krótkowąsy (*Gobio fluviatilis*) z Lamperta p. r.

28. Na bokach ciała podłużna barwna pręga	Pstrąg tęczowy (*Trutta iridea*).
0. Bez pręgi	29
29. Na bokach ciała czerwone plamki	Pstrąg potokowy (*Trutta fario*. Tab. VIIa).
0. Na bokach ciała czarne plamki .	Troć (*Trutta trutta*).

Karpiowate.

30. Wąsików dokoła ust 6 — 10	31
0. Wąsików mniej, albo ich wcale niema	33
31. Wąsików — 10	Piskorz (*Misgurnus fossilis*).
0. Wąsików — 6	32
32. Pod okiem jest widoczny kolec .	Kózka (*Cobitis taenia* Tab. XIII,1).
0 Pod okiem kolec niewidoczny . .	Sliz (*Nemachilus barbatulus*).
33. Z wąsikami	34
0. Bez wąsików	37
34. Wąsików 2	35
0. Wąsików 4	36
35. Płetwa grzbietowa zaokrąglona .	Lin (*Tinca tinca*).
0. Płetwa grzbietowa wycięta	47
36. Podstawa płetwy grzbietowej kilkakrotnie dłuższa, niż podstawa płetwy odbytowej	Karp (*Cyprinus carpio*, rys. 41).
0. Podstawa płetwy grzbietowej tylko nieznacznie dłuższa, niż podstawa płetwy odbytowej	46
37. Płetwa odbytowa zawiera tylko 5—6 członowanych promieni (oprócz ciernistych)	Karaś (*Carassius carassius*, rys. 109).
0. Płetwa odbytowa zawiera więcej członowanych promieni	38

Tab. XIV. RYBY.



1. Płoć (*Leuciscus rutilus*) z Leunisa. 2. Wzdręga (*Scardinius erythrophthalmus*) z Leunisa. 3. Jaź (*Idus idus*) z Lamperta p. r. 4. Kleń (*Squalius cephalus*) z Leunisa.

38. Usta u spodu głowy . . . . Swinka (*Chondrostoma nasus*).

0. Usta na przodzie głowy albo zwrócone ku górze 39

39. Linja naboczna ograniczona do pierwszych 5 — 12 łusek 40

0. Linja naboczna całkowita 41

40. Usta zwrócone ku górze; linja naboczna na pierwszych 8 — 12 łuskach . . . . Owsianka (*Leucaspius delineatus*).

0. Usta zwrócone ku przodowi, linja naboczna na pierwszych 5 — 7 łuskach . . . . Siekierka (*Rhodeus amarus*).

41. Członowanych promieni w płetwie odbytowej co najmniej 13 42

0. Członowanych promieni w płetwie odbytowej najwyżej 12 52

42. Linja naboczna falisto pogięta . Ciosa (*Pelecus cultratus*)

0. Linja naboczna łagodnie przebiegająca 43

43. Górna warga z wycięciem dla dolnej szczęki 44

0. Górna warga bez wycięcia 45

44. Spód brzucha pomiędzy płetwami brzusznemi i odbytową ściśnięty w ostrą krawędź 51

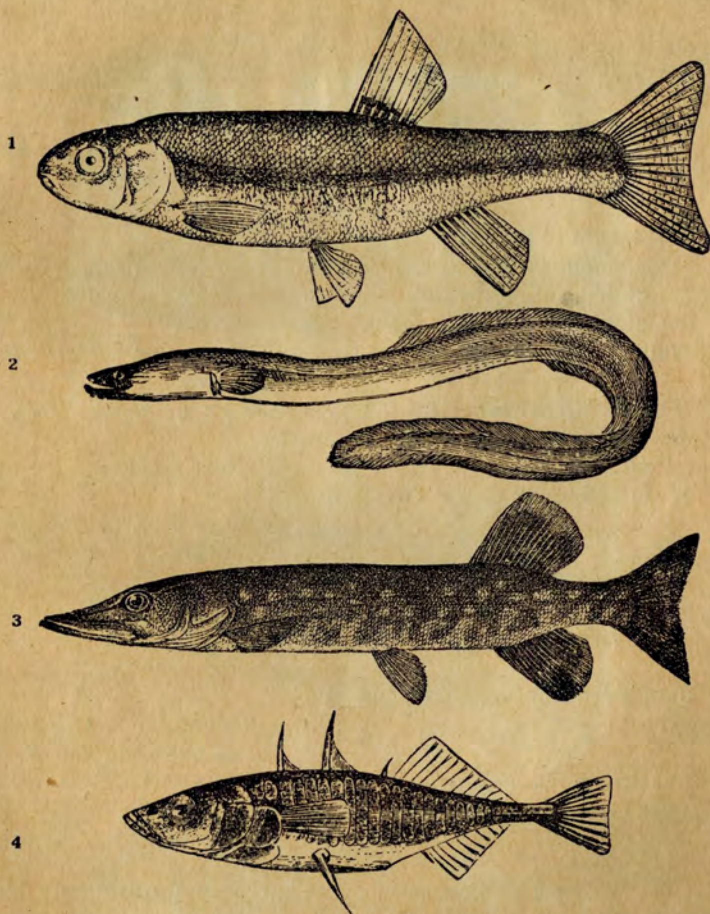
0. Bez ostrej krawędzi . . . . Boleń (*Aspius rapax*. Tab. XIII, 2).

45. W płetwie odbytowej 19—24 promieni członowanych; w linji nabocznej 45—49 łusek . . . . Krąp (*Blicca björkna*. Tab. XIII, 3).

0. Ryba o innych cechach 48

46. Płetwa odbytowa końcem swym sięga do nasady płetwy ogonowej. Brzanka (*Barbus petenyi*).

Tab. XV. RYBY.



1. Strzebla *(Phoxinus phoxinus)* z Lamperta p. r. 2. Węgorz *(Anguilla anguilla)* z Leunisa 3. Szczupak *(Esox lucius)* z Lamperta p. r. 4. Ciernik *(Gasterosteus aculeatus)* z Lamperta p. r

0. Płetwa odbytowa końcem swym nie sięga do nasady płetwy ogonowej	Brzana *(Barbus barbus.* Tab. VII c).
47. Wąsiki sięgające końcami poza oczy	Kiełb długowąsy *(Gobio uranoscopus).*
0. Wąsiki nie sięgające końcami poza oczy	Kiełb krótkowąsy *(Gobio fluviatilis.* Tab. XIII,4).
48. W płetwie odbytowej więcej, niż 35 promieni	 49
0. W płetwie odbytowej mniej, niż 35 promieni	 50
49. Wzdłuż linji nabocznej 66—73 łusek	Rozpiór *(Abramis ballerus).*
0. Wzdłuż linji nabocznej 49—52 łusek.	Sapa *(Abramis sapa).*
50. W płetwie odbytowej 20—23 promieni	Cyrta *(Abramis vimba).*
0. W płetwie odbytowej 26—31 promieni	Leszcz *(Abramis brama.* Tab. VII d).
51. Usta zwrócone ku przodowi; wzdłuż linji nabocznej ciągną się dwa szeregi czarnych kropek	Wiślanka *(Alburnus bipunctatus).*
0. Usta zwrócone ku górze; bez czarnych kropek . . . . . . -	Ukleja biała *(Alburnus alburnus.* Tab. V, 3).
52. Łuska drobna, zaledwie widoczna.	Strzebla *(Phoxinus) *)*
0. Łuska wyraźnie widoczna . . .	 53

*) W wodach o wartkim prądzie rozpowszechniony jest gatunek *Phoxinus phoxinus* (Tab. XV, 1): poza tem w niektórych miejscowościach występują *Phoxinus percnurus* i *Phoxinus czekanowskii.* Wobec nieustalonej dotąd ostatecznie systematyki tego rodzaju, pożądane jest przekazanie ryb z rodzaju *Phoxinus* specjaliście dla definitywnego oznaczenia.

Tab. XVI. RYBY.



1. Miętus *(Lota lota)* z Leunisa 2. Sandacz *(Lucioperca lucioperca)* z Lamperta p. r. 3. Jazgarz *(Acerina cernua)* z Lamperta p. r. 4. Głowacz białopłetwy *(Cottus gobio)* z Leunisa.

53. Płetwa odbytowa bez ostrych konturów, zaokrąglona . . . . . Kleń (*Squalius cephalus*. Tab. XIV, 4),

0. Płetwa odbytowa o konturze łamanym, z kątami 54

54. Spód brzucha między płetwami brzusznemi a odbytową w postaci ostrej krawędzi . . . . . . Wzdręga (*Scardinius erythrophthalmus*. Tab. XIV, 2).

0. Spód brzucha zaokrąglony 55

55. Wzdłuż linji nabocznej więcej, niż 60 łusek . . . . Wyrozub (*Leuciscus wyrozub*).

0. Wzdłuż nabocznej linji mniej, niż 60 łusek 56

56. Wzdłuż linji nabocznej więcej, niż 53 łuski . . . . Jaź (*Idus idus*. Tab. XIV, 3).

0. Wzdłuż linji nabocznej mniej, niż 53 łuski 57

57. Wzdłuż linji nabocznej więcej, niż 46 łusek . . . . Jelec (*Squalius leuciscus*).

0. Wzdłuż linji nabocznej mniej, niż 46 łusek . . . . Płoć (*Leuciscus rutilus*. Tab. XIV, 1).

Ciernikowate.

58. Na grzbiecie 3 kolce . . . . Ciernik (*Gasterosteus aculeatus*. Tab. XV, 4).

0. Na grzbiecie około 10 kolców . . Cierniczek (*Gasterosteus pungitius*).

Okoniowate.

59. Płetw grzbietowych dwie 60

0. Jedna tylko płetwa grzbietowa 63

60. Ciało zprzodu przypłaszczone grzbietowo-brzusznie 64

0. Ciało zprzodu ścieśnione bocznie. 61

61. Okrywa skrzelowa z kolcem . . Okoń (*Perca fluviatilis* Tab. V, 4).

0.	Okrywa skrzelowa bez kolca	62
62.	Policzki (część głowy za okiem) nagie, prawie wcale bez łuski . .	S a n d a c z (*Lucioperca lucioperca.* Tab. XVI, 2).
0.	Policzki okryte łuską	S e k r e t (*Lucioperca volgensis).*
63.	Pysk krótki. Promieni ciernistych w płetwie grzbietowej 13—16 . .	J a z g a r z (*Acerina cernua.* Tab. XVI, 3).
0.	Pysk wydłużony. Promieni ciernistych w płetwie grzbietowej 17—19.	S i e r o t k a (*Acerina schraester*).
64.	Promieni ciernistych w pierwszej płetwie grzbietowej 13—15. . .	C y n g i e l (*Aspro zingiel*)
0.	Promieni ciernistych w pierwszej płetwie grzbietowej 8—9 . . .	C z o p (*Aspro streber*).

Głowaczowate

65.	Pysk szeroki, sięgający pod oko	66
0.	Pysk wąski, nie sięgający pod oko	G ł o w a c z s z c z u p ł y (*Cottus microstomus*).
66.	Płetwy brzuszne białe, nie sięgające otworu odbytowego	G ł o w a c z b i a ł o p ł e t w y (*Cottus gobio.* Tab. XVI, 4).
0.	Płetwy brzuszne pręgowane, sięgające do otworu odbytowego . .	G ł o w a c z p r ę g o p ł e t w y (*Cottus poecilopus).*

Babkowate

67.	Wierzch głowy pokryty łuskami	68
0.	Wierzch głowy nagi	B a b k a n a g o w i e k a (*Gobius gymnotrachelus*).
68.	Łusek w linji nabocznej więcej, niż 50	69
0.	Łusek w linji nabocznej mniej, niż 50	B a b k a m a ł a (*Gobius marmoratus*).
69.	Łusek w linji nabocznej więcej, niż 60	70

0. Łusek w linji nabocznej mniej, niż 60 . . . . Babka śniadogłowa (*Gobius melanostomus*).

10. Szerokość głowy większa od wysokości . . . . Babka wielkogłowa (*Gobius kessleri*).

0. Szerokość głowy równa lub mniejsza od wysokości 71

71. Przestrzeń między oczami większa od średnicy oka . . . . . Babka rzeczna (*Gobius fluviatilis*).

0. Przestrzeń między oczami mniejsza od średnicy oka . . . . Babka Trautvettera (*Gobius trautvetteri*).

LITERATURA.

Do zapoznania się z ogólnemi zagadnieniami nauki o życiu wód słodkich i morza można polecić:

Hentschel E. „Grundzüge der Hydrobiologie“. Jena, 1923.

Z podstawowych dzieł limnobiologicznych, dotyczących wyłącznie wód słodkich, wymienimy:

Lampert K. „Das Leben der Binnengewässer“. Leipzig, 1925. Rosyjski przekład tego dzieła p. t. „Żiźń priesnych wod”, wydany pod redakcją Chołodkowskiego i Kuzniecowa, jest przestarzały (1900), zawiera jednak obok świetnych rycin dobre tablice do początkowego oznaczania zwierząt i roślin.

Hentschel E. „Das Leben des Süsswassers“. München, 1909.

Thienemann A. „Die Binnengewässer.“ Stuttgart, 1926.

Thienemann A. „Limnologie“. Breslau, 1926.

Germain L. „La faune des lacs, des étangs et des marais“. Paris, 1925.

Lipin A. „Priesnyje wody i ich żiźń“. Moskwa, 1926.

Dzieła Lamperta i Lipina są zaopatrzone w klucze do oznaczania słodkowodnych organizmów.

O zbieraniu organizmów wodnych, konserwowaniu, robieniu preparatów mikroskopowych oraz oznaczaniu — czytelnik znajdzie wskazówki w formie bardzo przystępnej w dziełku:

Schurig W. „Hydrobiologisches und Plankton — Praktikum." Leipzig, 1910.

Klucze do oznaczania poszczególnych grup zwierząt znajdują się w zbiorowem dziele pod redakcją A. Brauera: „Die Süsswasserfauna Deutschlands" (19 zeszytów); podobne klucze dla roślin — A. Pascher: „Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz".

Wreszcie dane o kolekcjonowaniu oraz literaturę tak krajową, jak i obcą, dla poszczególnych grup zwierząt — czytelnik znajdzie w „Podręczniku do zbierania i konserwowania zwierząt, należących do fauny polskiej" pod redakcją W. Polińskiego (Wydawnictwo Polskiego Państwowego Muzeum Przyrodniczego w Warszawie).

Podręcznik ten składa się z siedmiu następujących zeszytów:

I. Wstęp. Wskazówki ogólne.
II. Pierwotniaki. Jamochłony. Robaki (cz. 1-sza).
III. Robaki (cz. 2-ga).
IV. Plankton. Skorupiaki.
V. Owady.
VI. Pajęczaki. Szczeciogonki. Wije. Mięczaki. Mszywioły.
VII. Kręgowce.

W Niemczech wydaje się popularne pismo hydrobiologiczne — „Mikrokosmos" (Stuttgart. Franckhscher Verl.). Przystępne artykuły z życia wód słodkich są zamieszczane w miesięczniku „Przyrodnik" (red. K. Simm. Wydawnictwo B. Kotuli w Cieszynie). Z krajowych ściśle naukowych pism limnologicznych mamy „Archiwum Hydrobiologji i Rybactwa" (red. A. Lityński. Suwałki. Stacja Hydrobiologiczna na Wigrach).

SPIS RYSUNKÓW I TABLIC.

Rycinę na okładce oraz rysunki 3, 5 i 12 wykonała p. Eugenja Kowalska, rysowniczka Zakładu Biologji Ogólnej Uniwersytetu Wileńskiego. Barwna tablica Hofera została reprodukowana z dzieła: M. Plehn, Praktikum der Fischkrankheiten. Źródła reszty rysunków są podane w eksplikacjach.

SKOROWIDZ NAZW POLSKICH.

SKOROWIDZ NAZW ŁACIŃSKICH.

ERRATA.

Str.	*Wiersz.*	*Wydrukowano.*	*Powinno być.*
11.	1 od dołu	IX	XI
13.	18 od góry	rodzajów	rodzaju
14.	2 od dołu	ciepła, uczyni	ciepła uczyni
29.	14 „ „	manganowego	manganawego
36.	13 „ „	chwytacza, systemu	chwytacza systemu
47.	2 „ „	*frogilis*	*fragilis*
49.	1 „ „	kocentryczne	koncentryczne
55.	2 „ „	bruszznej	brzusznej
55.	4 „ „	*vlugatissimus*	*vulgatissimus*
55.	4 „ „	*angustiata*	*angustata*
62.	1 od góry	*Abrambis rama*	*Abramis brama*
64.	3 od dołu	*Atheya*	*Attheya*
65.	10 „ „	*gracillima, Tab.*	*gracillimo (Tab.*
67.	5 od góry	wodzie	wodzie,
72.	14 „ „	droga przebyta	droga, przebyta
72.	6 od dołu	*polmorpha*	*polymorpha*
74.	10 „ „	pelagicznej wówczas	pelagicznej, wówczas
95.	4 „ „	*cinereae*	*cinerea*
110.	4 „ „	oligosaproby... i	oligosaproby i
115.	4 „ „	*erispus*	*crispus*
116.	11 od góry	lliści	liści
117.	11 od dołu	Lišaie	Liście
123.	10 od góry	plenniki	plemniki
130.	2 od dołu	pantofelki, i	pantofelki i,
130.	1 „ „	pewność	pewność,
147.	10 „ „	podwójnych	podwodnych
154.	1 „ „	*Litoglyphus*	*Lithoglyphus*
156.	1 „ „	słupkow	słupków 4
158.	12 od góry	wolno żyjące	wolnożyjące
160.	5 „ „	zimie	zimie,
173.	6 od dołu	*Peral—*	*Perla*
173.	5 „ „	*Siali*	*Sialis*
175.	6 od góry	częśc	części:
176.	10 „ „	pyska	pyska.
176.	13 od dołu	108b.)	108b),
180.	12 „ „	*fluviatitis*	*fluviatilis*
191.	14 od góry	*zingiel*	*zingel*



BIBLJ

№ 1. *Witold Adol* ... wiczeń ... barw-

№ 2. *Kazimierz Cz* ... esu ... Wal- ... ysun-

№ 3. *Jan Bowkiewicz, dr.* Życie wód słodkich. Z rysunkami i tablicą barwną. 1927.

№ 4. *Kazimierz Demel.* Biologja morza. Szkic ogólny z uwzględnieniem życia Bałtyku, z rysunkami. 1927.

W opracowaniu:

Chrabąszcz i pływak.
Ślimak-winniczek.
Szczeżuja.
Rak rzeczny.
Dżdżownica i pijawka.
Karaczan.
Hydra i gąbki słodkowodne.
Wymoczki i ameba.
Pająki.
Motyle.

Teodor Marchlewski, dr. Zarys nauki o dziedziczności

Locy. Twórcy biologji. Przekład z angielskiego.

WYDAWNICTWA GEBETHN

BRUNER i TOŁŁOCZKO. Chemja nieorganiczna. ... szerzone i uzupełnione dodatkowemi rozdziałam... gurami w tekście i tablicą widmową. Ponownie o...

—Chemja organiczna z 26 rysunkami w tekście. Wyd. 5 . . . 5.4

CHRZĄSZCZEWSKA i HABERKANTÓWNA. Opowiadanie przyrodnicze. I Staw. Z 23 rys. wyd. 3 . . . . . . 1.8

—II. Łąka. 243 rys. Wyd. II powiększone 1.2

DYAKOWSKI B. Początkowa nauka o przyrodzie dla I i II oddz. szkoły powszechnej (Szkoła powszechna). 64 rys. . . . 1.6

Początkowa nauka o przyrodzie dla III oddz. szkoły powszechnej. Wyd. 4 52 rys. . . . . . brosz. 1.65 kart. 1.9

HEILPERN M. Zasady botaniki. Z 281 rys. w tekście. Wyd. 5. 4.6

HRYNIEWIECKI B. Zielnik i muzeum botaniczne. Wskazówki praktyczne jak zbierać, preparować, konserwować, oznaczać rośliny i układać zbiory botaniczne. Z 18 rys. w tekście 1.5

KARCZEWSKI St. Brzegiem Bałtyku. Z 97 rys. Przewodnik geologiczny 4.5

—Geologja i mineralogja w szkole średniej 1.3

KOZIŃSKI i MOYCHO. Fizyka i chemja. Cz. I. Dla VI oddz. szkoły powszechnej. Z 212 rys. w tekście. Wyd. 6 brosz. 5.— karton. 5.5

Cz. II. Dla oddz. VII. Z 176 rys. i tablicą widmową. W. 3 brosz. 4.20 karton 4.6

LEWIŃSKI J. Podstawy mineralogji i geologji dla klas wyższych szkół średnich. 155 rys. w tekście. Wyd. 2 . . . . 5.–

ŁAZOWSKI T. Wiadomości z dziedziny geometrji wykreślonej. Podręcznik dla klas wyższych szkół średnich. Cz. I. 2.1

NATANSON WŁ. dr. i ZAKRZEWSKI K. dr. Nauka fizyki. Podręcznik przeznaczony do użytku uczniów klas wyższych szkół średnich. Tom I. Zasady kinematyki. Zasady dynamiki. O sile ciężkości. O pracy i energji. O równowadze i ruchu ciał sztywnych. Ze 128 rys. 2.1

Tom II. O stanach skupienia materji. O cieplnej równowadze ciał materjalnych. O równowadze ciał stałych i sprężystych. O równowadze ciał płynnych. O zjawiskach falistych. Zasady akustyki. Rozszerzalność cieplna materji. O cieple [illegible] energji. Zmiany stanu skupienia. Ze 140 rys. 2.9

Tom III. Zeszyt I. Pole elektryczne statyczne. Pole magnetyczne prądu. Prawa prądów stałych. Zjawiska elektromagnetycznej indukcji. Drgania i fale elektryczne. Elektrony . . . . . 6.—

Tom III. Zeszyt II. O świetlnych zjawiskach. Zasady optyki geometrycznej. O teorjach światła. O promieniowaniu . . . 4.—

Tom III. Całość. Z 291 rys. . . . . . . 10.—

SOSNOWSKI J. Anatomja i fizjologja człowieka. Podręcznik dla klas wyższych szkół średnich. Ze 126 rys. w tekście. Wyd. 7 . . . 2.5

TODHUNTER J. Algebra początkowa. Tłumaczył z ang. Wł. Kwietniewski. Opracował i uzupełnił St. Kwietniewski. Część I. W. 4 1.5
Część II. W. 4 1.3

WOJTOWICZ WŁ. Tablice matematyczno-fizyczne czterocyfrowe. Do użytku szkół średnich. Wyd. 4 . . . . . . 1.2

—Trygonometrja płaska do użytku szkół średnich. Ze 102 ryc. Wyd. 3 4.5